

ISSN 0916-2674  
CODEN : TDGHFG

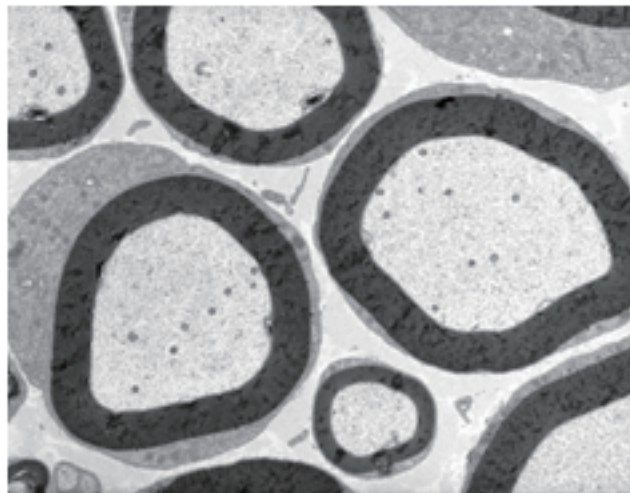
筑波大学

# 技術報告

No. 30

2010

第9回筑波大学技術職員技術発表会報告集  
<http://www.tech.tsukuba.ac.jp/2009/>



## 『筑波大学技術報告』No.30 の発刊によせて

本学では、技術職員の業績を広く内外に紹介すること等を目的として、『筑波大学技術報告』を長年継続して発刊してきており、本年度は No.30 が発刊されるはこびとなりました。

本報告書は「第9回筑波大学技術職員技術発表会」(平成22年3月17日開催)における発表論文等から構成され、本学の技術職員が、教育・研究支援活動に携わる多忙な日常業務の中で、創意工夫をこらした、長時間にわたる研鑽や努力の成果報告です。また本発表会は、法人化後に各部局に分属された技術職員の全学的な活動の一環として定着しております。その過程において、技術発表会への積極的な参加・発表の奨励・啓発や学外者の参加を呼びかける広報活動等、今後のあり方の議論を含めて、技術発表会の開催や運営に関して大きな努力が払われてきています。

技術職員の職務は実験科学等の教育・研究支援活動のみならず、教材の作成、教育・研究機器の設置・維持調整、資料の整理等の広い範囲に亘っています。特に、最近ではIT技術の発達に伴うネットワークの利用等において、技術職員の果す役割はますます重要になってきています。一方、技術職員の将来への展望も考慮して職場環境等の改善を図るために、平成20年7月1日、各部局やセンターに対応する技術室を設置しました。全学的には、「技術職員の業務、配置、育成等に係る共通的な課題および将来的な在り方の検討並びに本部と技術職員組織の意思疎通の強化」を目的として全学技術委員会が設置され、現在、その目的の達成に向かって努力している最中です。

本報告書の刊行により、本学技術職員の業績を広く学内外に紹介し、各方面より忌憚のない御意見や、御指導、御助言、激励等を頂くことができればと思っております。技術職員の育成と技術力を一層、向上させるために、各方面の御支援をよろしくお願い致します。

2010年3月

筑波大学副学長(研究担当) 赤平 昌文

# 目次

『筑波大学技術報告』No. 30 の発刊によせて

赤平 昌文 筑波大学副学長（研究） . . . . . i

## 技術発表会報告集

Spartan3A Starter KitによるDDR2 SDRAMコントローラの実装

小野 雅晃 システム情報工学等技術室（装置開発班） . . . . . 1

数理物質科学研究科等巡視グループの職場巡視活動について

柏木 保人 総務部環境安全管理課  
鶴見 明 数理物質科学等技術室（数学専攻）  
加藤 純雄 数理物質科学等技術室（物理学専攻）  
小泉 陽子 数理物質科学等技術室（化学専攻）  
飯田 郁雄 数理物質科学等技術室（化学専攻）  
室井 光裕 数理物質科学等技術室（物性・分子工学専攻）  
渡邊 ゆり子 数理物質科学等技術室（電子・物理工学専攻）  
清水 雅浩 生命環境科学等技術室（地球進化科学専攻） . . . . . 9

環境安全管理室における環境保全業務

岩原 正一 総務部環境安全管理課 . . . . . 13

医学群3学類小グループ討論の支援について

郷田 規久子 医学系技術室（PCME：カリキュラム担当）  
菅江 則子 医学系技術室（PCME：カリキュラム担当）  
廣瀬 美鈴 医学系支援室（PCME：カリキュラム担当） . . . . . 17

医学類での聴覚障害学生への支援について

菅江 則子 医学系技術室（PCME：カリキュラム担当） . . . . . 20

放射線教育のために霧箱を作製させて

前川 路子 アイソトープ総合センター  
渡邊 浩 アイソトープ総合センター  
伊藤 達夫 アイソトープ総合センター . . . . . 23

インクジェットプリントによる写真表現の再現性について

鷲野谷 秀夫 体育芸術系支援室 . . . . . 28

学生情報管理システム

澤村 博道 システム情報工学等技術室 . . . . . 32

「夏休み自由研究お助け隊2009」を実施して

—実施報告と実行委員会の活動について—

中島 孝 システム情報工学等技術室 . . . . . 36

医療科学類の実習支援

木内 美紀 医学系技術室（PCME：医療科学類実習担当）  
丹波 道子 医学系技術室（PCME：医療科学類実習担当）  
乾 左徒子 医学系技術室（PCME：医療科学類実習担当） . . . . . 43

脱灰操作が神経組織に与える影響（電子顕微鏡生物試料作製法より）

坂本 順子 医学系技術室（共通部門）  
井坂 由美 医学系技術室（研究室支援部門）  
秦泉寺 裕子 医学系技術室（研究室支援部門） . . . . . 47

蛍光標識抗体の組み合わせによる測定値への影響 —フローサイトメトリー測定による赤血球CD59発現の偽陰性化—		
佐藤 晶子	医学系技術室 (研究室支援部門)	
加藤 奈津子	医学系技術室 (研究室支援部門)	
福井 智津子	医学系技術室 (研究室支援部門)	
櫻井 秀子	医学系技術室 (研究室支援部門)	51
植物写真でみる農林技術センター八ヶ岳演習林		
井波 明宏	農林技術センター-技術室 (八ヶ岳演習林)	56
Web情報に基づくヤマネ生息分布図の作成・公開について		
杉山 昌典	農林技術センター-技術室 (八ヶ岳演習林)	
門脇 正史	生命環境科学研究科生物圏資源科学専攻	62
兵太郎池の環境改善に向けた水質及び生物相の把握		
遠藤好和	農林技術センター-技術室 (筑波実験林)	
佐藤美穂	農林技術センター-技術室 (筑波実験林)	67
甘藷ハーベスタ取付け型マルチ剥離機の試作および作業性	第2報	
松本 安広	農林技術センター-技術室	
本間 毅	農林技術センター-技術室	
斉藤 明	農林技術センター-技術室	
瀧川 具弘	生命環境科学研究科	73



# 第9回筑波大学技術職員 技術発表会報告集

開催日：2010年3月17日  
会場：筑波大学総合研究棟B 公開講義室



筑波大学技術職員技術発表会の公式ウェブサイト  
<http://www.tech.tsukuba.ac.jp/2009/>

# Spartan3A Starter Kit による DDR2 SDRAM コントローラの実装

小野 雅晃

筑波大学システム情報工学等技術室（装置開発班）

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

Spartan3A Starter Kit に搭載されている FPGA (Field Programmable Gate Array) 上に DDR2 SDRAM (Double Data Rate 2 Synchronous DRAM) のコントローラを実装した。Spartan3A Starter Kit には Xilinx 社の Spartan3A FPGA と Micron Technology 社の DDR2 SDRAM が搭載されている。DDR2 SDRAM のコントローラとは、DDR2 SDRAM を使用するためのインターフェース回路である。DDR2 SDRAM コントローラの動作周波数は 150 MHz で、クロックの立ち上がりエッジと立ち下りエッジでデータがサンプルされる。この方式は一般的に DDR2-300 と呼ばれる。DDR2 SDRAM のデータ幅は 16 ビットであるので、最大データ転送レートは 600 MBytes/sec である。DQS (Data Strobe) 信号を DDR2 SDRAM の Read データの受信クロックとして使用した。これは Source-Synchronous clocking と呼ばれる方式である。

キーワード：FPGA, DDR2 SDRAM

## 1. はじめに

DDR2 SDRAM は現在のパーソナル・コンピュータに搭載されているメイン・メモリとして広く使用されている。DDR は Double Data Rate の略であり、クロックの立ち下りと立ち上がりの両方でデータを読み書きすることができる。例えば、DDR2-800 は 800 の半分の 400 MHz で動作する DDR2 SDRAM チップである。DDR2 SDRAM チップのデータ幅は 4, 8, 16 ビットのものがある。それぞれデータ幅が異なるのは、データ幅と目標とするメモリ容量によって DDR2 SDRAM チップを使い分けるためである。

DDR2 は 4n プリフェッチと呼ばれ、一度にその DDR2 SDRAM チップのデータ幅の 4 倍のデータを読み書きできる構造になっている。そのため、DDR2 SDRAM 本体の DRAM 素子は、DDR2 SDRAM コントローラとのインターフェース速度の 1/4 の速度で動作出来れば良い。DRAM 素子の速度の向上が難しいため、このような手段は DDR3 SDRAM でも使用されている。DDR3 SDRAM は 8n プリフェッチとなっており、一度に 8 倍の粒度でデータを読み書きする必要がある。

DDR2 SDRAM はデータ転送速度が高速であるため、FPGA で制御することが難しいデバイスであると認識されている。FPGA の理解を深め、FPGA の限界を極める方法を模索するため、DDR2 SDRAM コントローラを作製することにした。

Xilinx 社の開発ボードである Spartan3A Starter Kit は FPGA (Spartan3A-700, xc3s700a-4fg484) と 512 Mbit (32M X 16bits, MT47H32M16BN-3:D) の Micron

Technology 社の DDR2 SDRAM が搭載されている。この Spartan3A Starter Kit を利用して DDR2 SDRAM コントローラを実装することにした。

## 2. DRAM の動作<sup>[1-4]</sup>

DDR2 SDRAM は DRAM の一種である。DRAM はスイッチ用トランジスタと電荷を貯めるコンデンサによって構成される。一般的な DRAM 素子の構造の

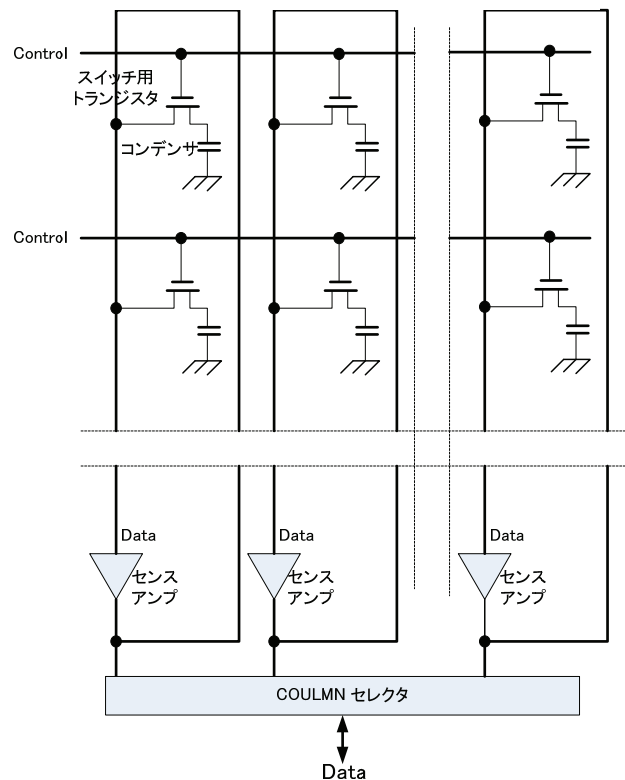


図 1. DRAM 素子の構造の概念図<sup>[3,4]</sup>

概念図を図 1<sup>[3,4]</sup>に示す。

図 1 のコンデンサに電荷がたまっている場合は論理 1、電荷がたまっていない場合は論理 0 となる。DRAM からデータを読みだす場合には、Control に電圧を印加して、その Control に接続されているスイッチ用トランジスタを ON にして、センスアンプにデータを読み込む。その時にコンデンサにたまっていた電荷は放電されて、DRAM 素子にはデータが無くなる（破壊読みだし）。この状態になると、COLUMN アドレスを入力してセンスアンプのデータを読み出したり、書き込んだりすることができる。ある一定の時間が過ぎるとセンスアンプに読みだしたデータを DRAM 素子に再書き込み（プリチャージ）する必要がある。これらの回路の集合体をバンクと呼んで

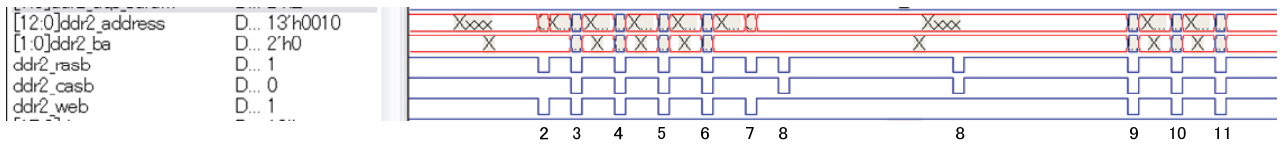


図 2. DDR2 SDRAM の初期化手順タイミングチャート

いる。通常の DDR2 SDRAM にはバンクが 4 つ入っている。全部のバンクをアクティブにすれば、COLUMN アドレスで表される数の 4 倍のメモリ領域に連続的（バースト）にアクセスすることができる。

DRAM 素子が論理 1 の場合にコンデンサに蓄えられている電荷は、リーク電流により時間とともに減少し、何もしないと論理 0 となってしまふ。そのため、DRAM では、リフレッシュと呼ばれるデータの書き込みが欠かせない。リフレッシュには集中リフレッシュ方式と分散リフレッシュ方式があるが、DDR2 SDRAM のメーカーによっては集中リフレッシュ方式を使用できない場合がある。今回製作した DDR2 SDRAM コントローラは分散リフレッシュ方式を採用し、7.8 us に 1 回のリフレッシュを行う。リフレッシュを行う場合は、全バンクのプリチャージを行ってから、リフレッシュを行う。

### 3. EDO DRAM から DDR2 SDRAM までの特徴

DRAM は” 2.1 DRAM の動作” で述べてきたとおり、内部は完全にアナログ動作である。EDO DRAM までは、入出力タイミングが非同期動作だったが、SDRAM になるとクロックに同期して入出力するための回路を DRAM に付加した構造となった。DDR SDRAM は SDRAM のプリフェッチ数を 2n とし、2 倍の粒度でデータを入出力することができるようにした SDRAM である。そのため DRAM 素子の速さを変更することなしに、2 倍の速度で入出力を行うことができる。DDR SDRAM では、DLL (Delay-Locked Loop) を内蔵して、クロック入力からデータ出力までの遅延をキャンセルすることができるようになった。

DDR2 SDRAM では、プリフェッチ数が 4n となつて、4 倍の速度で動作が可能となった。チップ内部に On Die Termination を内蔵し、任意のタイミングでターミネーターを入れることで、波形を改善することができる。更に Posted CAS をサポートして、より早いタイミングで Write または Read コマンドを入れることが可能となった。

## 4. DDR2 SDRAM の動作<sup>[5]</sup>

### 4.1 DDR2 SDRAM の初期化

DDR2 SDRAM は、最初に使用するとき初期化が必要となる。図 2 に DDR2 SDRAM のシミュレーション時の初期化手順を示す。図 2 のタイミングチャートの下に書いてある番号は、下記の初期化手順の番号を示している。図 2 左端の ddr2\_address はアドレス、ddr2\_ba はバンク・アドレス、ddr2\_rasb は /RAS (Row Address Strobe)、ddr2\_casb は /CAS (Column Address Strobe)、ddr2\_web は /WE (Write Enable) を表す。例えば、図 2 のタイミングチャートの 2 は全バンク・プリチャージ・コマンド (ddr2\_address[10]=’1’, ddr2\_rasb=’0’, ddr2\_casb=’1’, ddr2\_web=’0’) を示している。

1. 電源とクロックが安定した（リセットが解除されてから）200 us 後に、CKE を 1 にして NOP または DESELECT コマンドを入力する。
2. 400 us 待つて全バンク・プリチャージ・コマンドを入力する。
3. EMR(2)レジスタに値をセットする。
4. EMR(3)レジスタに値をセットする。
5. EMR レジスタに値をセットする（DLL をイネーブル）。
6. MR レジスタに値をセットする（DLL をリセット）。
7. 全バンク・プリチャージ・コマンドを発行する。
8. リフレッシュ・コマンドを 2 回発行する。
9. MR レジスタに値をセットする（DLL リセットなし）。
10. EMR レジスタに値をセットする（OCD Default）。
11. EMR レジスタに値をセットする（OCD exit）。

上記のように複雑な初期化シーケンスを踏む必要がある。6. で DLL をリセット後、200 クロックしてから ACT (bank ACTivate)、WRIT (Write)、READ (Read)、PALL (Precharge of ALL banks)、REF (Refresh) 等のコマンドを入力して、正常の操作ができるようになる。

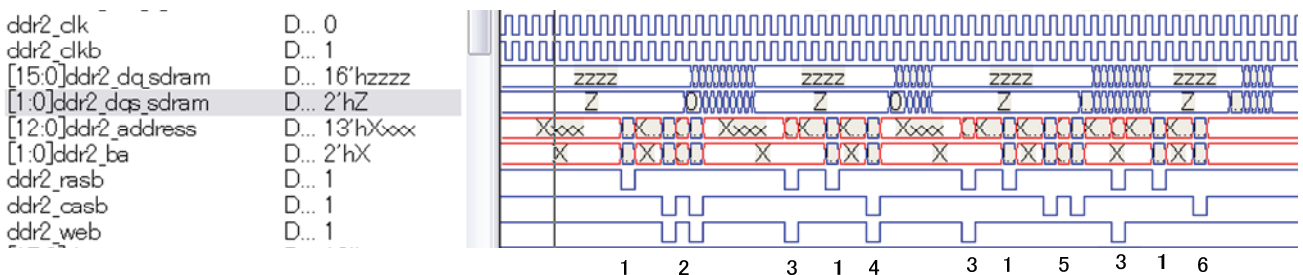


図 3. DDR2 SDRAM の Write, Read 動作タイミングチャート

## 4.2 DDR2 SDRAM の Write, Read 動作

DDR2 SDRAM の Write, Read 動作の一例を図 3 に示す。図 3 の左端の信号名の `ddr2_clk` は DDR2 SDRAM へ入力されるクロック、`ddr2_clkb` は `ddr2_clk` の反転クロック、`ddr2_dq_sdram` は DDR SDRAM に入出力するデータ、`ddr2_dqs_sdram` は DDR2 SDRAM に入出力するデータ・ストロブを示す。以下の信号は図 2 と同様となる。図 3 のタイミングチャートの下の番号が、下に示す番号の動作を表している。

1. ACT コマンドで、`ddr2_address` に Row アドレス、`ddr2_ba` にバンク・アドレスを指定してアクティベートする。
2. WRIT コマンドを 2 つ入力して、DDR2 SDRAM へ 2 バースト転送でデータを Write する。`ddr2_dq_sdram` と `ddr2_dqs_sdram` には DDR2 SDRAM コントローラからデータとデータ・ストロブが出力される。
3. 次に書き込むデータはバンクかまたは Row アドレスが異なるため、一旦、PALL コマンドで全バンクをプリチャージする。
4. WRIT コマンドを 1 つ入れて、単一転送でデータを書き込む。
5. READ コマンドを 2 つ入れて、2 バースト転送でデータを Read する。Read 時には、DQ と DQS は DDR2 SDRAM から出力される。
6. 単一転送の Read の例である。Read コマンドを 1 回発行している。

## 4.3 DDR2 SDRAM の Write, Read 動作のタイミング

DDR2 SDRAM の Write 動作のタイミングチャートを図 4<sup>[5]</sup>に示す。上のブロックが FPGA 内部の信号を示し、下のブロックが DDR2 SDRAM での信号を示している。FPGA から DDR2 SDRAM に到達する信号は、IOB のバッファの遅延や配線遅延の分、FPGA 内部信号より遅延 (FPGAtoDDR2\_delay) している。Write 動作時に DQS、DQS#、DQ と DM を入れるタイミングには tDQSS (NOM)、tDQSS (MIN)、tDQSS (MAX)の 3 通りのタイミングがある。今回の

DDR2 SDRAM コントローラでは tDQSS (NOM) のタイミングを使用している。tDQSS (NOM) のタイミングは WRIT コマンドを入れてから 2 クロック目のクロックの立ち上がりと同時に DQS が立ち上がるタイミングとなる。なお、図 4 の WL (Write Latency) は 2 クロックである。Write コマンドから 1 クロック後に、それぞれハイインピーダンス状態から DQS が 0、DQS#が 1 にアサートされる。その後、CK 及び CK#と同様な動作を行う。DQ は DQS や DQS#よりも位相が 90 度進んでいる。DQ は S2 の 1/4 クロック前からデータが有効になり、半クロックごとにデータを出力する。

DDR2 SDRAM の Read 動作のタイミングチャートを図 5<sup>[5]</sup>に示す。Write 動作と同様に、上のブロックが FPGA 内部の信号を示し、下のブロックが DDR2 SDRAM での信号を示している。今、FPGA から READ コマンドが発行され、FPGA2DDR2\_delay だけ遅延して DDR2 SDRAM に到達する。READ コマンドからデータが出てくるまでのレイテンシ(CL)は 3 クロックであるので、DDR2 SDRAM に READ コマンドが到達してから 3 クロック後に DQ が始まる。その DQ や DQS が DDR2 SDRAM から FPGA まで到達する遅延時間を DDR2toFPGA\_delay とする。FPGA が Read データを受ける場合には、FPGAtoDDR2\_delay+ DDR2toFPGA\_delay の遅延が発生することになるので、Read データを受ける FIFO (First In First Out) の Write イネーブルのタイミングを決定することが困難となる。そのため、あらかじめ FPGA 内部の READ\_timing を SD\_LOOP\_OUT から出力し、FPGA から DDR2 SDRAM までの配線を行って戻って SD\_LOOP\_IN に帰ってきた READ\_timing を使用して、FIFO の Write イネーブルとすればタイミングの問題は発生しない。

## 5. DDR2 SDRAM コントローラ

DDR2 SDRAM コントローラとは、DDR2 SDRAM を使うためのインターフェース回路である。DDR2 SDRAM コントローラは FPGA 内に搭載されて、DDR2 SDRAM との間で、初期化処理や書き込み (Write)、読み出し (Read) 動作を行う。Spartan3A Starter Kit には Xilinx 社の Spartan3A-700

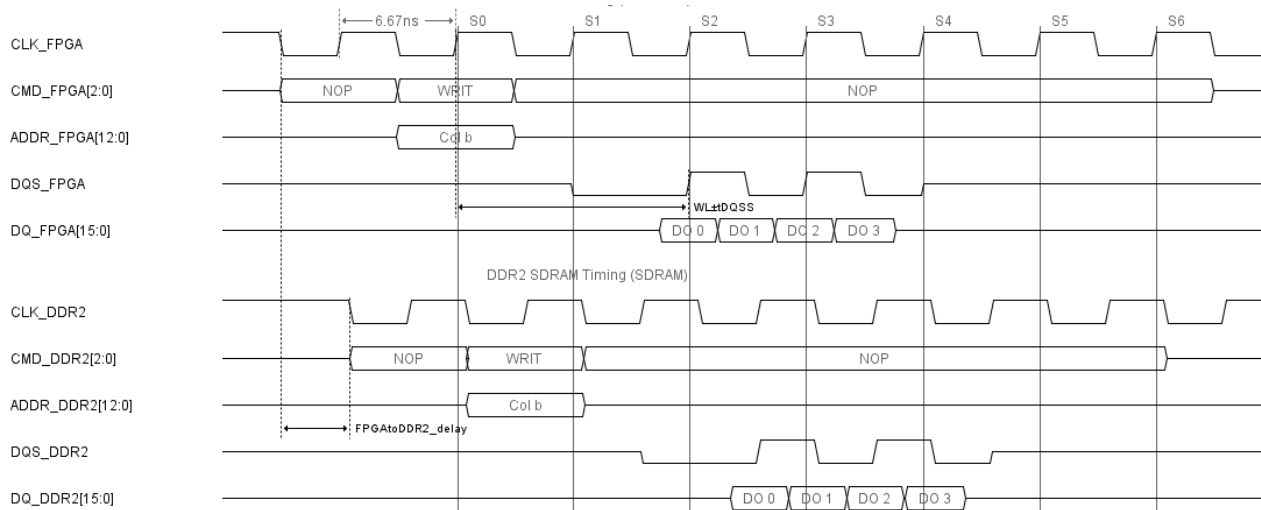


図 4. DDR2 SDRAM の Write 動作のタイミングチャート<sup>[5]</sup>



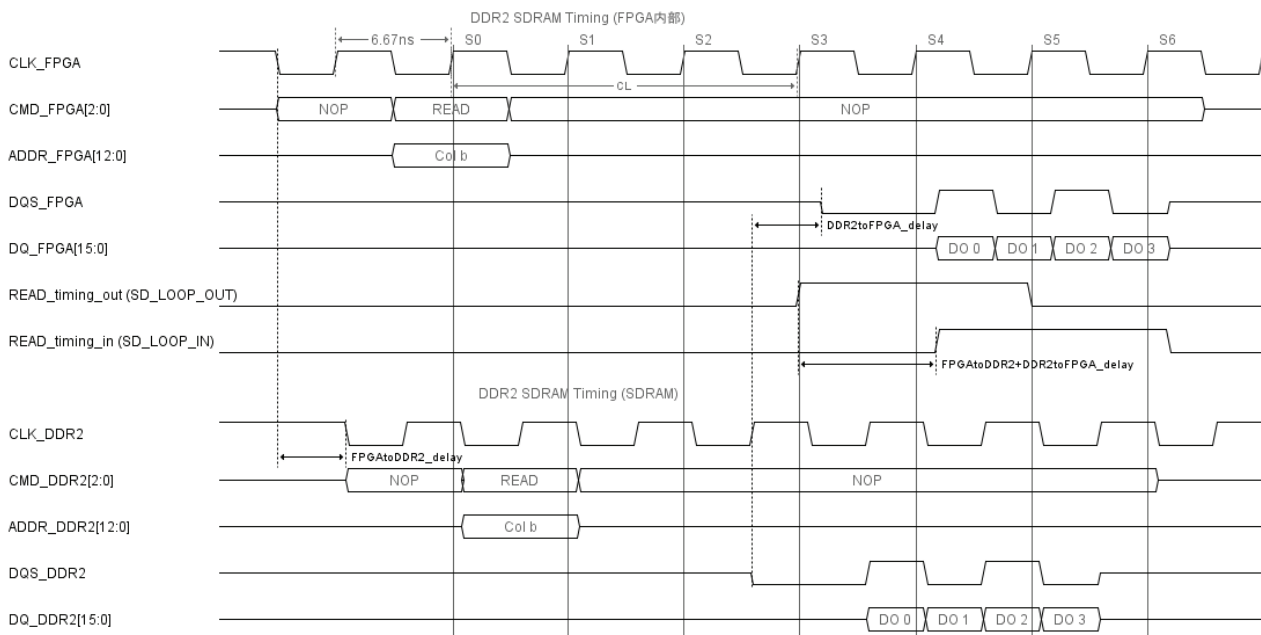


図 5. DDR2 SDRAM の Read 動作のタイミングチャート<sup>[5]</sup>

(XC3S700A) という FPGA と Micron Technology 社の DDR2 SDRAM が搭載されている。今回作製した DDR2 SDRAM コントローラは FPGA に実装されて、Micron Technology 社の DDR2 SDRAM との間でデータの転送を行う。

### 5.1 DDR2 SDRAM コントローラの開発についての問題点

DDR2 SDRAM コントローラの開発は難しい。理由は高速のデータ転送速度にある。DDR2 SDRAM は供給されたクロックの立ち上がりエッジと立ち下りエッジに同期して、データを読み書きする。例えば、今回作製した DDR2-300 のクロック周波数は 150 MHz である。このクロックの両エッジでデータをサンプルまたは出力する。そのデータ・サンプル・ウィンドウ(データをサンプルすることができる幅)は、 $(1/150 \text{ MHz})/2 = 3.33 \text{ nsec}$  となる。更にクロックジッタ、データジッタやデータサンプル用の FF (Flip Flop) のデータ・セットアップ時間、データ・ホールド時間で削られて、いくらも残らなくなってしまふ。さらに、DDR2 SDRAM コントローラと DDR2 SDRAM 間のプリント基板上の距離も問題になってくる。一般的に FR-4 のプリント基板のマイクロストリップラインの伝搬遅延値は約  $70 \text{ psec/cm}$ <sup>[6]</sup>とされている。例えば、FPGA から DDR2 SDRAM までの配線長が 10 cm とすると、FPGA が DDR2 SDRAM からのデータを Read する場合のデータの遅れは  $10 \text{ (cm)} \times 2 \times 70 \text{ (psec/cm)} = 1.4 \text{ nsec}$  となる。よって、配線による影響も大きく、配線長も考慮する必要がある。さらに、データとクロックのプリント基板上での配線長の差も問題となる。プリント基板上ではデータとクロックの配線を等長に配線する必要がある。Spartan3A Starter Kit では、図 6 に示すように、配線長をそろえる工夫がされている(等長配線)。等長配線がなされているとすると、Read データを受けるクロックを DQS にすれば、データと同

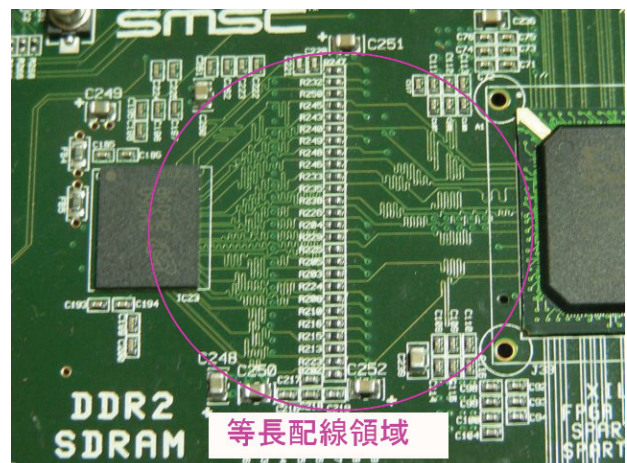


図 6. Spartan3A Starter Kit における等長配線

じ配線遅延があるはずである。よって DQS をデータ (DQ) よりも 1/4 周期遅延させることができれば、Read データを受けることができる(図 5 参照)。もう 1 つ問題になるのは、Read データが来るタイミングである。これは、FPGA の DDR2 SDRAM コントローラから Read コマンドを DDR2 SDRAM に発行して、Read 動作を行わせる場合である。何も工夫をしないと、配線による遅延時間や FPGA からのクロックの出力遅延時間、Read データが入ってくる FPGA の入力用 FF の遅延時間などで、DDR2 SDRAM コントローラはどのタイミングで Read データが取れるかがわからない。Spartan3A Starter Kit には、Read タイミングを伝送するための SD\_LOOP\_IN と SD\_LOOP\_OUT がある。DDR2 SDRAM コントローラは自分で Read のタイミング信号を SD\_LOOP\_OUT から出力して、DDR2 SDRAM までの配線遅延を追加した信号を再度 SD\_LOOP\_IN から入力することによって、Read データの来るタイミングを知ることができる。

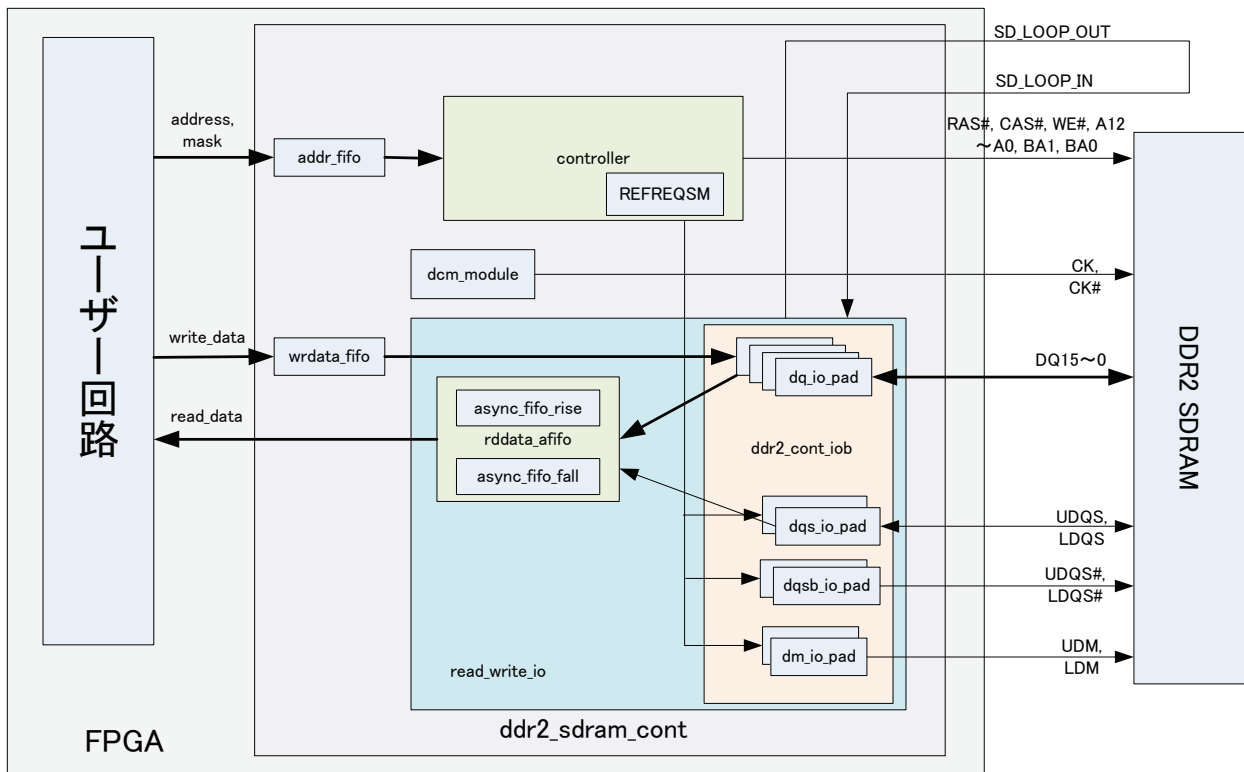


図 7. DDR2 SDRAM コントローラ・ブロック図

## 5.2 DDR2 SDRAM コントローラの特徴

今回作成した DDR2 SDRAM コントローラの特徴を以下に述べる。

1. Xilinx 社の IP の MIG (Memory Interface Generator)を使用しないオリジナルの DDR2 SDRAM コントローラである。
2. 150 MHz クロック動作の DDR2-300 の転送レートを持ち、データ幅が 16 ビットなので、データ転送レートは 600 MBytes/sec である。
3. DDR2 SDRAM の Read データは分散 RAM (LUT(Look Up Table))を使用した FIFO で受けられる。今回は IOB (Input Output Block)の入力用 FF (Flip-Flop) を使用していない。
4. Read データのタイミングを計るために、プリント基板の配線を遅延線として使用している。
5. Read 時には、DQS を IOB の遅延素子で遅延して、位相を 90 度ずらしたクロックとして使用している。
6. ACT コマンドでアクティベートしたバンクは、プリチャージしないで保持し、同一 ROW アドレス、同一バンクの時には ACT コマンドを発行せずに直接 Read、Write コマンドを発行することができる。それ以外の場合は一旦、プリチャージして、もう一度対応する ACT コマンドを自動的に入力することができる。

## 5.3 DDR2 SDRAM コントローラの構成

DDR2 SDRAM コントローラは、Xilinx 社のアプリケーションノート XAPP253<sup>[7]</sup>を参考にして作製した。XAPP253 を参考にしてはいるが、完全にオリジナル

の設計となっている。使用言語は Verilog2001 である。DDR2 SDRAM コントローラの各ブロックを図 7 に示す。DDR2 SDRAM コントローラは、controller, addr\_fifo, wrdata\_fifo, rddata\_afifo, read\_write\_io, dcm\_module, そしてトップモジュールの ddr2\_sram\_cont で構成されている。各モジュールにはサブモジュールを持つモジュールもある。controller は REF\_REQ\_SM サブモジュール、rddata\_afifo は async\_fifo\_rise async\_fifo\_fall サブモジュール、read\_write\_io は ddr2\_cont\_job サブモジュールを持つ。更に ddr2\_cont\_job サブモジュールは、その下に dq\_io\_pad, dqs\_io\_pad, dqsb\_io\_pad, dm\_io\_pad のサブモジュールを持っている。dq\_io\_pad, dqs\_io\_pad, dqsb\_io\_pad, dm\_io\_pad サブモジュールは、DDR2 SDRAM の各 IO に対応している。このようにファイルを細かく分けることで、フロアプラン時にも上手にフロアプランできるように考えて、モジュールを決定した。

controller は、全体の制御を行う。DDR2 SDRAM の初期化手順や Read, Write のタイミングなど、総合的な制御を受け持つ。addr\_fifo はアドレスを入力する FIFO で、ユーザー回路からの DDR2 SDRAM のアドレスを入力する。アドレスを書く場合には同時に R/W に Read か Write かを書き込む。

wrdata\_fifo はユーザー回路が write データを書き込む FIFO である。DDR2 SDRAM にデータを Write する場合には、addr\_fifo に書かれるアドレスと同時に Write データを書くことになる。

read\_write\_io は Read, Write に関する DDR2 SDRAM への IO を行うモジュールである。DQ, DQS, DM などの IO とインターフェースを行う。

rddata\_fifo は Read データを受ける非同期 FIFO (async\_fifo\_rise, async\_fifo\_fall) を持っている。DQS

をクロックとして DQ のデータを入力し、出力は内部クロックを基準としてデータを出力する非同期 FIFO を使って、Read データを内部クロックに同期して読み出す。このあたりの非同期 FIFO の取り扱いがもっとも苦労した部分である。

## 6. DDR2 SDRAM コントローラの作製過程 [8]

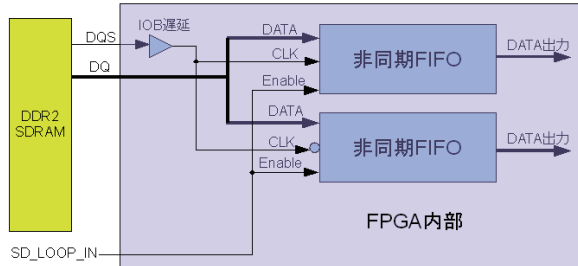


図 8. SD\_LOOP\_IN を使用した DDR2 SDRAM の READ データの受信回路ブロック図

最初に一番難しい Read データをどう受けるかというところを考えた。その結果、図 8 に示すように LUT の分散 RAM を FIFO 記憶素子として用いた非同期 FIFO を使用して、DQ を記憶することにした。DQS は IOB 遅延素子や FPGA の内部配線を利用して、DQ よりも 1/4 周期だけ遅延させることとした。さらに、Read タイミング信号を SD\_LOOP\_OUT に出力し、DDR2 SDRAM までの往復の配線遅延を含んだ信号を SD\_LOOP\_IN に入力する。その信号を非同期 FIFO の Write イネーブルとして使用することで、Read データのタイミングを検出することにした。さらに Write イネーブルの FPGA 内の配線は、低スキュー、低ディレイで供給する必要があったため、制

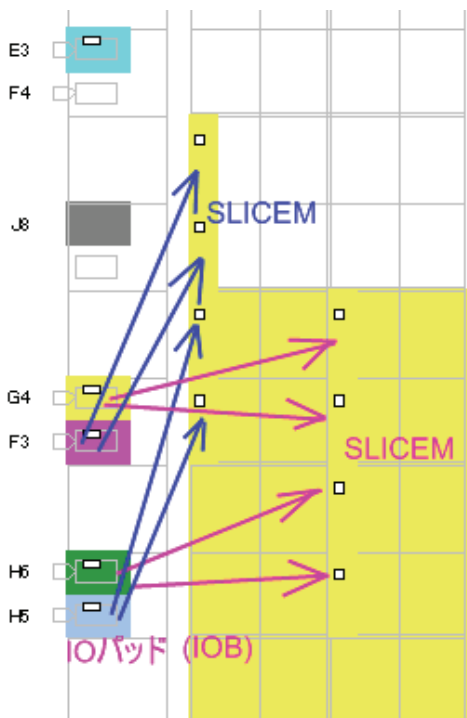


図 9. 非同期 FIFO 分散 RAM 素子のフロアプラン

約ファイルに MAXDELAY 制約、MAXSKEW 制約を付加して、一定のスキュー値、ディレイ値に抑えた。

動作周波数は 150 MHz と厳しく、入力のセットアップ時間のタイミングもかなり厳しいため、最初のインプリメントは、コントローラ部分を含まない IO 部分だけで実現の可能性があるかどうかを確かめてみた。タイミング制約をかけて試してみたが、非同期 FIFO の最初の分散 RAM 素子までの遅延が 2.2 nsec 程度ばらついてしまった。これは問題なので、Floorplanner ツールによるフロアプランを実行し、微調整を試みた。そうすると、この部分の最大遅延差は 142 psec に収めることができた。そのフロアプランの様子を図 9 に示す。図 9 で、IO パッドから非同期 FIFO の分散 RAM 素子となる SLICEM の位置を、どこにすれば遅延が最小になるかを Timing Analyzer ツールで確認しながらフロアプランを行った。

当初、標準 IP の非同期 FIFO を使用していたが、シミュレーションの結果により、同期リセットであることがわかった。DQS は常時クロックが出ていないので、同期リセットはシミュレーションが困難である。そこで、自分で非同期リセットの非同期 FIFO<sup>[7]</sup>を作成した。これでシミュレーションがうまくできるようになり、インプリメントにも成功して、IO テストモデルでの作業は終了した。Advanced

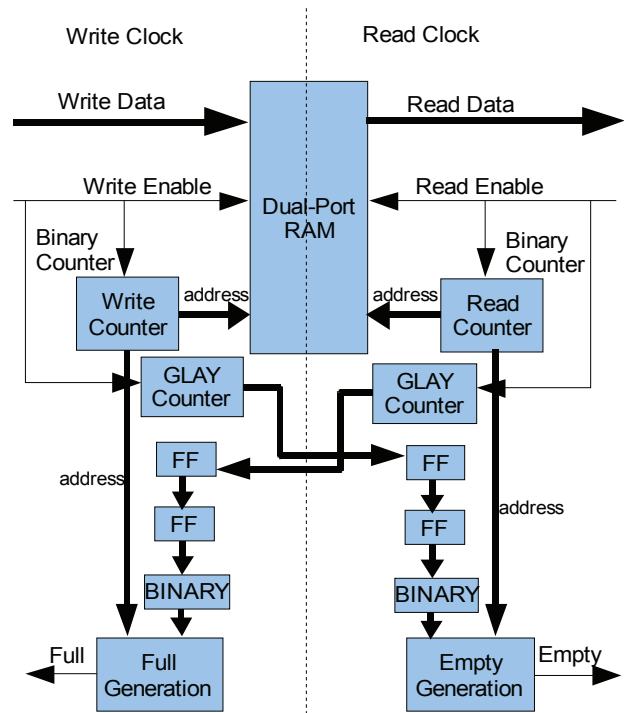


図 10. 非同期 FIFO ブロック図<sup>[9]</sup>

FPGA Design<sup>[9]</sup>を参考にして作製した非同期 FIFO の回路を図 10<sup>[9]</sup>に示す。非同期 FIFO は Write data と Read Data のクロックが異なり、Write と Read が競合する場合があるためカウンタにグレイコード・カウンタを使用している。グレイコード・カウンタを使用することで、1 つカウンタが進むごとにカウンタ値が 1 ビットのみ変化する。このグレイコード値を相手側のクロックドメインに渡してバイナリデータ

に変換することによって、FIFO の Full や empty を誤りなく検出することができた。相手側のクロックドメインに渡されるグレイコード値は FF がメタステーブル状態に陥るのを防ぐために、相手側のクロックで2段に同期化した。

次のステップとして、IO テストモデルでの作業後にコントローラ全体を作成し、インプリメントすることにした。最初は動作周波数を 200 MHz としたかったが、Spartan3A-4 スピード・グレードでは無理だということがわかった。それで動作周波数のターゲットを 150 MHz に変更した。それでもかなり厳しいので、動作タイミングの変更などの処置を行った。その結果、何とかタイミングエラーがない状態まで持っていくことができ、FF のツリー上の複製は使用しないでもタイミング制約を満足することができた。

FF のツリー状の複製とは、FF が何段かつながっている状態で、最終段の FF から複数の出力が出ているときに、途中の FF をツリー状に複製することを言う。例えば、FPGA の中で 3 段の FF を介した後に 4 つの IO パッドに出力しているとする。FF のツ

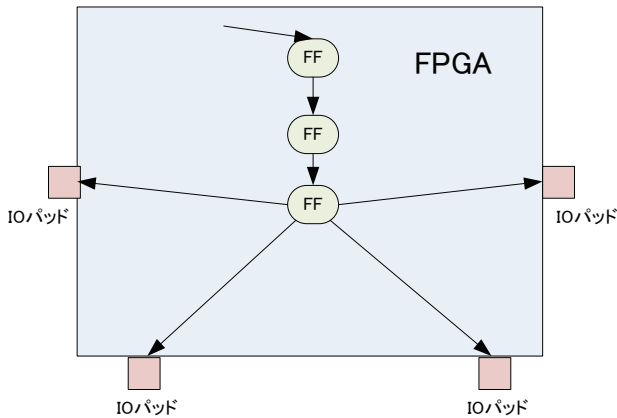


図 11. FF のツリー状の複製をしていない場合

リー状の複製をしていない場合を図 11 に示す。この状態では 3 段目の FF から 4 つの IO パッドすべてに対して配線が伸びている。この状態では 3 段目の FF をどの位置に配置しても、配線が長くなってしまふ。一方 FF のツリー状の複製をした場合を図 12 に示す。この場合には、FF がツリー状に複製

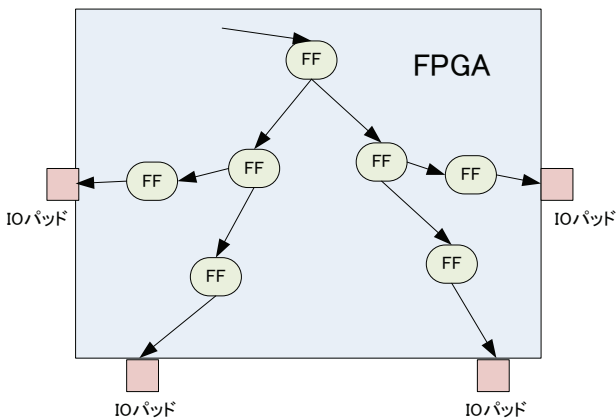


図 12. FF のツリー状の複製をした場合

され、それぞれの配線が図 10 の FF の 3 段目から IO パッドまでの配線より短くなる。すべての配線が短くなるとクリティカルパスの遅延が減少し、最大動作周波数を高くすることができる。このテクニックは、以前 Virtex-4 の DDR2-400 の DDR2 SDRAM コントローラを作る際に使用した。これは、同じ信号をそれぞれの位置が離れた IO パッドに出力する場合に有効なテクニックであるが、今回は出力する IO パッドが近距離でまとまっていたので、このテクニックを使わないでもタイミング制約を満足することができた。

いよいよ、シミュレーションの動作も問題なしとなって、実機による動作を確認するところまで持っていくことができた。最初に動作を確認してみると動作しなかった。いろいろトラブルシュートしてみたが、Read タイミングを出力する SD\_LOOP\_OUT に出力する部分のタイミング制約がなく、最終段の FF が IOB にマップされていないことがわかった。このトラブルを修正するとコントローラは動作した。

## 7. まとめ

Spartan3A Starter Kit に搭載されている FPGA 上に DDR2 SDRAM のコントローラを実装した。DDR2 SDRAM コントローラの動作周波数は 150 MHz で、DDR2-300 動作となっている。バーストテスト回路において 30 分間ランダムなデータを Write して、Read したデータを元のデータと比較したところエラーは発生しなかった。これは、データ転送の効率を 50% とすると、1.44 TBytes のデータを読み書きしてエラーを調べたことになる。

今後は DDR3 SDRAM のコントローラの実現にも挑戦していきたい。

## 8. 謝辞

シミュレーション用 DDR SDRAM バーストテストコードを提供いただいた菅原システムズの菅原孝幸様に深く感謝いたします。DDR SDRAM バーストテストコードを DDR2 SDRAM バーストテスト回路に変更して、DDR2 SDRAM コントローラをテストすることができました。



## 参考文献

- [1] 小野 雅晃, EDO-DRAM 制御モジュールの実現, 筑波大学技術報告 No.19 (1999) 23-30
- [2] フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』  
Dynamic Random Access Memory  
[http://ja.wikipedia.org/wiki/Dynamic\\_Random\\_Access\\_Memory](http://ja.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Random_Access_Memory)
- [3] マイコミジャーナル、メモリ技術解説(1) メモリの基本、SRAM/DRAM  
<http://journal.mycom.co.jp/news/2002/09/05/09.html>
- [4] SDRAM の使い方, ユーザーズマニュアル, Document No.J0123N10 (Ver. 1.0), Elpida Memory, Inc. (2001)
- [5] DDR2 SDRAM データシート Rev.N 1/09 EN, Micron Technology, Inc.
- [6] 高速ボード・レイアウト・ガイド 2003 年 9 月 ver. 1.1, Altera Corporation  
[http://www.altera.co.jp/literature/an/an224\\_j.pdf](http://www.altera.co.jp/literature/an/an224_j.pdf)
- [7] Synthesizable 400 Mb/s DDR SDRAM Controller, XAPP253 (v2.3) June 1 2004, Xilinx Inc.
- [8] FPGA の部屋まとめサイト、Spartan3A Starter Kit  
[http://marsee101.web.fc2.com/spartan3a\\_starter\\_kit.html](http://marsee101.web.fc2.com/spartan3a_starter_kit.html)
- [9] Steve Kilts, Advanced FPGA Design: Architecture, Implementation, and Optimization, Wiley-IEEE Press (2007) 92-97

## Implementation of a DDR2 SDRAM controller using the Spartan 3A Starter Kit

Masaaki Ono

Academic Service Office for Systems and Information Engineering, University of Tsukuba,  
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

A double data rate 2 (DDR2) synchronous DRAM (SDRAM) controller was implemented on field-programmable gate arrays (FPGAs) provided by the Spartan 3A Starter Kit. The Spartan 3A Starter Kit includes the Spartan 3A FPGA device from Xilinx and DDR2 SDRAM from Micron Technology. A DDR2 SDRAM controller is an interface circuit for use of DDR2 SDRAM. The DDR2 SDRAM controller had an operating frequency of 150 MHz, and data were sampled at both the rising and falling edges of the clock. This format is typically known as DDR2-300. The DDR2 SDRAM used had a data width of 16 bits, so the maximum data transfer rate was 600 MBytes/sec. The DQS (Data Strobe) signal served as the DDR2 SDRAM's receive clock for Read data. This technique is known as source-synchronous clocking.

**Keywords:** FPGA; DDR2 SDRAM

# 数理物質科学研究科等巡視グループの職場巡視活動について

柏木 保人<sup>a)</sup>、鶴見 明<sup>b)</sup>、加藤 純雄<sup>c)</sup>、小泉 陽子<sup>d)</sup>  
飯田 郁雄<sup>d)</sup>、室井 光裕<sup>e)</sup>、渡邊 ゆり子<sup>f)</sup>、清水 雅浩<sup>g)</sup>

<sup>a)</sup> 筑波大学総務部環境安全管理課、<sup>b)</sup> 筑波大学数理物質科学等技術室(数学専攻)、  
<sup>c)</sup> 筑波大学数理物質科学等技術室(物理学専攻)、<sup>d)</sup> 筑波大学数理物質科学等技術室(化学専攻)、  
<sup>e)</sup> 筑波大学数理物質科学等技術室(物性・分子工学専攻)、<sup>f)</sup> 筑波大学数理物質科学等技術室(電子・物理工学専攻)、  
<sup>g)</sup> 筑波大学生命環境科学等技術室(地球進化科学専攻)

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

労働安全衛生法に基づく理工学分野の大学院研究科における職場巡視による安全衛生活動への技術職員の役割、リスク情報の共有について考察した。

**キーワード:** 安全衛生、職場巡視、ハザード管理、リスクアセスメント

## 1. はじめに

平成 16 年度から国立大学法人化に伴い、労働安全衛生法に基づく安全衛生組織が、大学本部等事業場はじめ 13 事業場各々に設立された。そこでは、産業医、衛生管理者及び安全衛生担当者(各研究科教員、研究科等支援室・技術室職員)などによるグループを構成し、職場巡視活動を行っている。平成 21 年度には、大学本部等事業場において各研究科対応の 6 つの巡視グループが活動している。ここでは、数理物質科学研究科を中心に実験室などの巡視を実施している安全衛生活動を紹介する。具体的には、①数理物質科学研究科等巡視グループと巡視場所、②最近のハザードの状況として (a) 高圧ガスボンベ保有数調査結果、(b) 実験系廃棄物年間発生量、③化学物質取扱のリスク評価としての有機溶剤及び特定化学物質の作業環境測定結果、④筑波大学公式ホームページ内「安全衛生マニュアル」のヒヤリハット投稿内容(学内のみ)などの事例を紹介するとともに、数理物質科学研究科などの理工学分野でのハザードとリスクの現状、数理物質科学研究科等巡視グループによる巡視活動結果などの現状と今後の技術職員の巡視活動による大学の理工学分野での安全衛生への貢献の在り方について考察する。

## 2. 法令と安全衛生管理体制

労働安全衛生法(以下、「法」という。)に基づき、総括安全衛生管理者(法 10 条)、産業医(法 13 条)、衛生管理者(法 12 条)、衛生工学衛生管理者(法 18 条)が選任されている。また、総括安全衛生管理者を委員長とする大学本部等事業場安全衛生委員会(法 18 条)が設けられ、図 1 に示したように、巡視活動(労働安全衛生規則第 11 条)が有効に運用されるための安全衛生管理体制が出来ている。

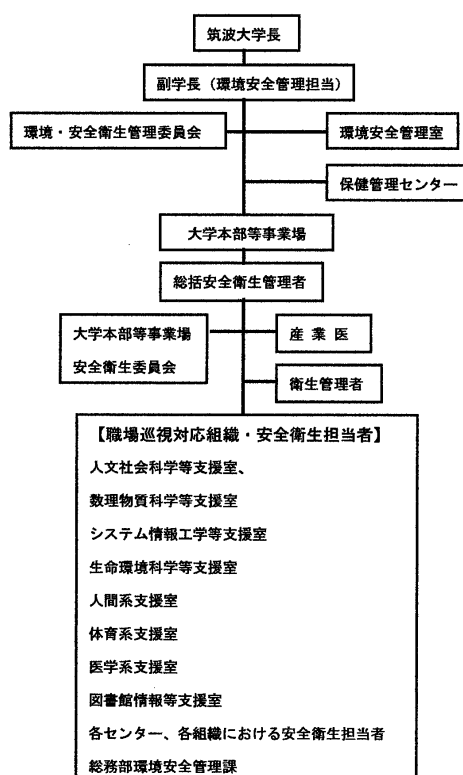


図 1. 本部等事業場安全衛生管理体制

## 3. 安全衛生活動

### 3.1 巡視グループと巡視場所

巡視グループは、演者ら衛生管理者、該当する専攻の安全衛生担当者の 8 名からなり、適宜、産業医、環境安全管理室員(教員)も加わり活動している。巡視場所は、数理物質科学等支援室所掌の建物施設にあたる自然学系棟(生命環境科学研究科を含む)、総合研究棟、工学系棟、第一エリア及び第三エリアの学群棟などである。巡視している実験室又は研究室などの室数は、現在、548 室になっている。

### 3.2 巡視活動

巡視活動の基本的な流れを図 2 に示した。各室ごとに、図 3 に示した巡視票の項目を確認している。更に、必要に応じ、照度計、騒音計、熱線式微風速

計、検知管を用いて各々室内照度、音圧レベル、風速、炭酸ガス濃度などを測定している。許容レベルを超えていると考えられる潜在的なリスクがある箇所については、改善状況確認のために、デジタルカメラで撮影し、衛生管理者がリスク評価した結果を記載した巡視票とともに、安全衛生委員会に報告している。更に、安全衛生委員会委員によるリスク評価の結果、リスクレベルの高い箇所については、総括安全衛生管理者名で該当組織の長に改善指示書が出され、速やかな改善措置が講じられることとなっている。また、巡視により見いだされたその他のリスクは該当組織に連絡され、関係者間で情報共有して、計画的にリスク低減措置が講じられている。

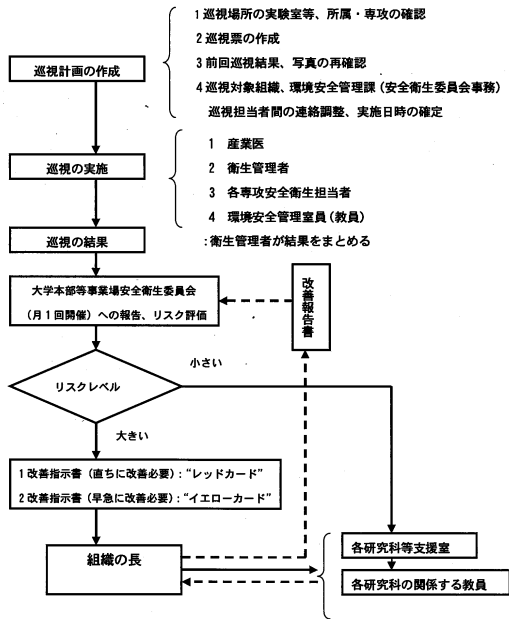


図2. 巡視活動の説明フロー

部屋番号	部屋名称	用途	整理	転倒	落下	ボンベ	配線	通路	飲茶	標識	騒音	快道	燃焼	CO2等	特記	特記事項	災害の大きさ	災害頻度	リスクレベル	
C201	実験室(化学)	実																		
C202	実験室(化学)	実																		
C203	実験室(化学)	実																		
C204	実験室(化学)	実																		
C205	実験室(化学)	実																		

図3. 巡視票

### 3.3 ハザードとリスク

一般に、ハザードとは、危険有害要因、危険源などを意味する。化学物質が安定に保管されていれば、災害が起きないように、ハザードだけでは災害は起きない。人がハザードに関与する時、例えば、人が危険な化学物質を取扱う時に、疾病・受傷又は爆発などの人的・物的被害又は災害発生の可能性が生じるように、リスクとは、ハザードに起因する被害発生の可能性（確率）と人的・物的な被害の重篤度の組み合わせを意味している。また、リスクは図4に例示したように発生の可能性と被害の重篤度の大小によってリスクレベルが見積もられる<sup>[1-3]</sup>。

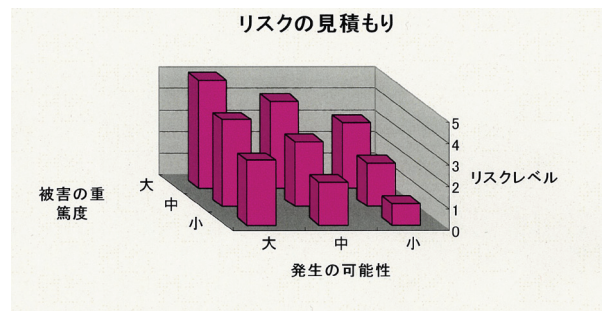


図4. リスクの見積もり

## 4. ハザード管理の状況

### 4.1 高圧ボンベ保有数

実験者が、適正に高圧ボンベを取り扱う限り、高圧ボンベ取扱いのリスクは、許容できるリスクレベルの範囲といえるが、ハザード管理としての保有数管理が不適切であると全体のリスクが大きくなっている恐れがある。巡視にあたり、事前に図5に示すような保有状況を把握していることは重要である。

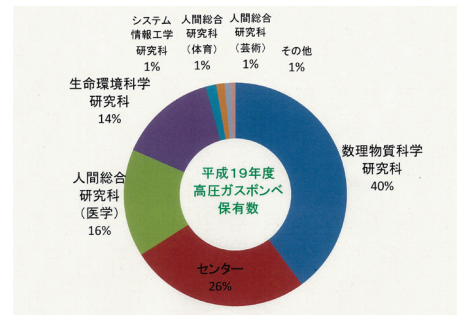


図5. 高圧ボンベ保有数の状況

### 4.2 実験系廃棄物発生量

実験廃液も、ハザード管理として適切な取扱、保管を怠ると、実験者が有害な化学物質に暴露するリスクが大きくなる。無機系廃液回収量、有機系廃液回収量各々を、図6に示した。

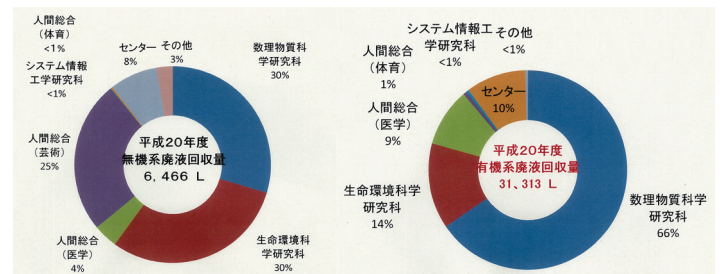


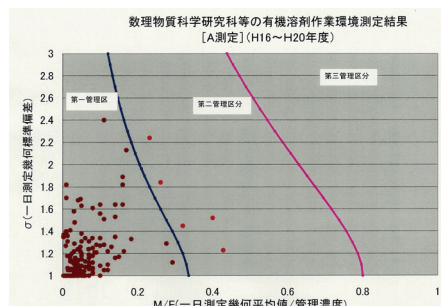
図6. 実験廃液回収量

## 5. リスクの状況

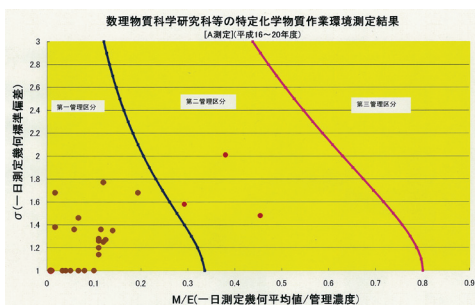
### 5.1 作業環境測定結果

数理解物科学研究科における、化学物質の取扱時のリスク評価結果として、平成16~20年度に実施し

た有機溶剤、特定化学物質各々の作業環境測定結果 (A 測定) を、図 7 (A)、(B)にまとめた。



(A) 有機溶剤



(B) 特定化学物質

図 7. 5 年間の作業環境測定結果 (A 測定)

5 年間にのべ 476 室の測定を実施した。このうち 8 室が、第 2 管理区分のために改善を必要とした。また、有機溶剤 B 測定で第 3 管理区分の実験室については、改善予算措置により局所排気装置が設置され、改善が行われた。有機溶剤ではクロロホルム、特定化学物質ではベンゼンが、第 2 管理区分等の原因物質であった。理工学分野では、作業環境測定を積極的に有効活用して大学実験室のリスク評価が必要である<sup>[4]</sup>。

## 5.2 ヒヤリハット事例

筑波大学の公式ホームページに掲載の安全衛生マニュアルのヒヤリハット投稿欄に記載の 400 事例 (学内分) を解析し、巡視活動への予備的情報に有効になるかを検討した。その結果、理工学分野における実験に取り組む院生、学類生のヒヤリハット報告が大部分であり、実験に真摯に取り組む、失敗から多くのことを学びとっている報告が多かった。しかし、ヒヤリハットの背後要因として、当事者本人以外の外的要因、つまり 4 つの M、Man (本人以外の人、指導教員の指導、実験室の仲間との連携など)、Machine (装置や機器などの物的条件)、Media (マンとマシンの媒体、作業の方法や手順、作業情報のあり方、環境の不備、整理整頓の問題を広く含み、作業速度、休憩時間など)、Management (安全法規類の整備、点検管理のほか指揮・監督や指示の仕方、教育訓練などの問題) についての作業者を巻き込む多数の外的要因との関連を広く分析することが重要であると考えられる<sup>[5]</sup>。これらのヒヤリハット事例から重大な事故への拡大防止のためにも、ヒヤリハット事例の外的要因を検出することも巡視活動の大きな役割の一つと考えられる。

## 6. 職場巡視結果

法人化前に実施された労働安全衛生専門家による安全診断結果に基づいて、その際に指摘事項の多かった 5S、つまり、清潔、清掃、整理、整頓、躰 (良い習慣) を職場巡視の重点巡視項目としてきた。さらに、理工学分野では、許容レベルを超えて潜在するリスクを検出することも重要と考えられる。演者らが、平成 18 年度から実施したのべ 833 室において指摘した巡視結果の概要を表 1 に示した。

表 1. 数理物質科学研究科等の巡視指摘件数

指摘項目	指摘件数	指摘項目	指摘件数
整頓	160	飲食	5
転倒	210	試薬	13
落下	108	標識	0
ボンベ	37	特記	24
配線整理	126	合計	763
通路	80		

理工学分野では、様々な有害要因が存在していることから、巡視によるリスクの検出ばかりでなく、事故の未然防止のためにも、これらのリスク情報の迅速な共有も大切である。

## 7. 安全衛生活動への技術職員の貢献

安全とは、リスクが許容されるリスクレベルの範囲内の状態であると定義されている<sup>[1]</sup>。巡視活動では、的確に、しかも合理的に、許容されるリスクレベルの判断が求められる。とりわけ、理工学分野では、4.ハザード管理の状況、5.リスクの状況から容易に推定されるように、物理的、化学的リスクが日常的に存在し、または、潜在していると考えられる。

巡視においては、まず最初に、これらのリスクを検出し、リスクが許容されるリスクレベルの範囲内であるかどうかの判定が必要になる。このリスクレベルの判定には、各専門分野に精通した技術職員が実施することが重要である。また、平成 18 年 4 月の法改正により、法第 28 条の 2 (事業者の行う調査等) による危険性・有害性の調査が努力義務化された。これを受けて、同条第 2 項により公示「危険性又は有害性等の調査等に関する指針」<sup>[6]</sup>が示されている。これは、職場の潜在的な危険性又は有害性を見つけ出し、これを除去、低減するリスクアセスメントの手法を示している。

職場の定期巡視も、このようなリスクアセスメントとして実施しているため、潜在リスクの検出、除去、計画的なリスク低減対策などに、大学の技術職員のより高度な専門的な役割と能力が必要とされていると考えられる。



## 参考文献

- [1] 高月 紘 編著, 環境安全学—これからの研究教育の必須学—, 丸善 (2006).
- [2] 伊永隆史 編著, 環境・安全・衛生—大学のアピール—, 三共出版 (2006).
- [3] 菊池 昭 著, 中災防新書010—経営に活きる安全衛生マネジメントシステム, 中央労働災害防止協会 (2002).
- [4] 柏木保人, 大学実験室の作業環境測定の精度管理の試み, 筑波大学技術報告, No.27, p.14-19 (2007).
- [5] 橋本邦衛 著, 安全人間工学, p.109-120 中央労働災害防止協会(1984).
- [6] 厚生労働省公示「危険性又は有害性等の調査等に関する指針」(平成18年3月10日、基発第0310001号).

## Importance of workplace inspection for safety and health management by the technical staff in the Graduate School of Pure and Applied Sciences

Yasuto Kashiwagi<sup>a)</sup>, Akira Tsurumi<sup>b)</sup>, Sumio Kato<sup>c)</sup>, Yoko Koizumi<sup>d)</sup>  
Ikuo Iida<sup>d)</sup>, Mitsuhiro Muroi<sup>c)</sup>, Yuriko Watanabe<sup>f)</sup>, Masahiro Shimizu<sup>g)</sup>

- <sup>a)</sup>Division of Environment and Safety Management, Department of General Affairs
- <sup>b)</sup>Institute of Mathematics, Technical Service Office for Pure and Applied Sciences,
- <sup>c)</sup>Institute of Physics, Technical Service Office for Pure and Applied Sciences,
- <sup>d)</sup>Institute of Chemistry, Technical Service Office for Pure and Applied Sciences,
- <sup>e)</sup>Institute of Materials Science, Technical Service Office for Pure and Applied Sciences,
- <sup>f)</sup>Institute of Applied Physics, Technical Service Office for Pure and Applied Sciences,
- <sup>g)</sup>Institute of Geosciences, Technical Service Office for Life and Environmental Sciences,  
University of Tsukuba,

1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

We report recent workplace inspection activity of the technical staff for safety and health management in cooperation with industrial physician and hygienist. In the Graduate School of Pure and Applied Sciences, daily hazard management is very important for safe research and education, as the school has a lot of physical and chemical hazard such as high pressure gas cylinders, chemicals and hazardous wastes derived from physical and chemical experiments. The purpose of workplace inspection is settled to discover latent risk over acceptable level, and to assess and reduce those risk levels, and also to share information on discovered risks, in short, to perform risk assessment. Therefore, in particular, higher professional roles and abilities of technical staffs are required than in the past to achieve safety and health management through workplace inspection in the University of Tsukuba.

**Keywords:** Safety and health; workplace inspection; hazard management; risk assessment; incident and accident

# 環境安全管理室における環境保全業務

岩原 正一

筑波大学総務部環境安全管理課

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

私は環境安全管理室において、実験系廃棄物関連と労働安全衛生関連の職務に従事している。その実験廃棄物の業務の中の実験系希薄洗浄排水処理施設の施設紹介等、実験系希薄洗浄排水（以後実験排水と略す）関連を中心に業務の紹介をする。

キーワード：希薄洗浄排水、処理施設、中水

## 1. はじめに

筑波大学は昭和48年10月に開学し37年を迎えたが、開学当初から環境保全を重視した大学であった。昭和49年7月に筑波大学実験原廃液取扱規則及び実験原廃液管理委員会規定が定められ、全学的実験廃棄物管理への取組みが始まった。

私は昭和55年4月に分析担当技官として筑波大学に採用され、既に稼動していた実験系希薄洗浄排水処理施設に流入する実験排水および処理水（中水）の水質測定を担当してきた。その後、実験系希薄洗浄排水処理施設の維持管理等の実験廃棄物についての職務や労働安全衛生の衛生管理者としての職務に従事してきた。その中の実験系希薄洗浄排水関連について紹介する。

## 2. 環境汚染防止と実験排水の効率的再利用

筑波大学では下水道法、つくば市下水道条例等の法令によって下水道への排出基準が表1のようにさだめられている。

筑波大学の各実験室では、有害物質を含む廃液は学内規則に定められた分別にしたがってポリ容器に貯留するようさだめている。実験器具の2回目までの洗浄水も同じポリ容器に貯留し、実験器具の3回目以降からの洗浄水を各実験室における流しに流すようさだめており、その流しを「実験流し」と呼ぶ。給湯室、手洗い等の生活系の排水が流されるものを「生活流し」と呼び、その二つを区別しており、その排水経路も別々に設置している。「生活流し」の排水が生活系排水系統にて公共下水道へ直接排出されるのに対し「実験流し」からの実験系希薄洗浄排水は、学内58個所のモニター槽を経て実験系希薄洗浄排水処理施設に流入し、再利用のために処理される。これを中水化処理と呼ぶ。（図1.参照）

( <http://jitukan1.sec.tsukuba.ac.jp/shiryou/pdf/osuikijyun.htm> )

表1. 汚水排除基準

研究機関等の汚水排除基準

項目	実験廃水の排除基準
温度	45℃未満
水素イオン (pH)	5を超え9未満
アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素含有量	380 mg/l未満
生物化学的酸素要求量	600 mg/l未満
浮遊物質質量	600 mg/l未満
ヘキサン抽出物含有量	5 mg/l以下
動物油類	30 mg/l以下
よう素消費量	220 mg/l以下
カドミウム及びその化合物	0.01 mg/l以下
シアン化合物	検出されないこと
有機りん化合物	検出されないこと
鉛及びその化合物	0.05 mg/l以下
6価クロム化合物	0.05 mg/l以下
ひ素及びその化合物	0.01 mg/l以下
水銀及びその化合物	0.0005 mg/l以下
アルキル水銀化合物	検出されないこと
PCB	検出されないこと
トリクロロエチレン	0.03 mg/l以下
テトラクロロエチレン	0.01 mg/l以下
ジクロロメタン	0.02 mg/l以下
四塩化炭素	0.002 mg/l以下
1,2-ジクロロエタン	0.004 mg/l以下
1,1-ジクロロエチレン	0.02 mg/l以下
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04 mg/l以下
1,1,1-トリクロロエタン	1 mg/l以下
1,1,2-トリクロロエタン	0.006 mg/l以下
1,3-ジクロロプロペン	0.002 mg/l以下
チオラム	0.006 mg/l以下
シマジン	0.003 mg/l以下
チオベンカルブ	0.02 mg/l以下
ベンゼン	0.01 mg/l以下
セレン及びその化合物	0.01 mg/l以下
ほう素及びその化合物	10 mg/l以下
フェノール類	0.5 mg/l以下
銅及びその化合物	3 mg/l以下
亜鉛及びその化合物	2 mg/l以下
鉄及びその化合物 (溶解性)	10 mg/l以下
マンガン及びその化合物 (溶解性)	1 mg/l以下
クロム及びその化合物	1 mg/l以下
ふっ素化合物	8 mg/l以下

※検出限界 シアン 0.1 mg/l  
有機りん 0.1 mg/l  
アルキル水銀 0.0005 mg/l  
PCB 0.0005 mg/l

※土木部長通知：「ジクロロメタン等13物質の下水排除の基準について」

平成6年4月27日付下水第250号茨城県土木部長より各試験研究機関等の長宛の通知

中地区実験系希薄洗浄排水処理施設には実験排水の受水槽が3槽あり、受入れ、分析、処理を交互に行うバッチごとの処理を行っている。（図2.参照）

- ①.始めに特殊スクリーンに実験系希薄洗浄排水を通し比較的大きな粒子のSS（浮遊物質質量）成分を除去する。
- ②.その後PAC（ポリ塩化アルミニウム）によってSS成分を凝集させて砂ろ過塔に通水してろ過をする。
- ③.さらに活性炭塔に通水することによって色、臭い等の物質を吸着によって除去する。
- ④.最後に次亜塩素酸ナトリウムを添加して殺菌処理する。

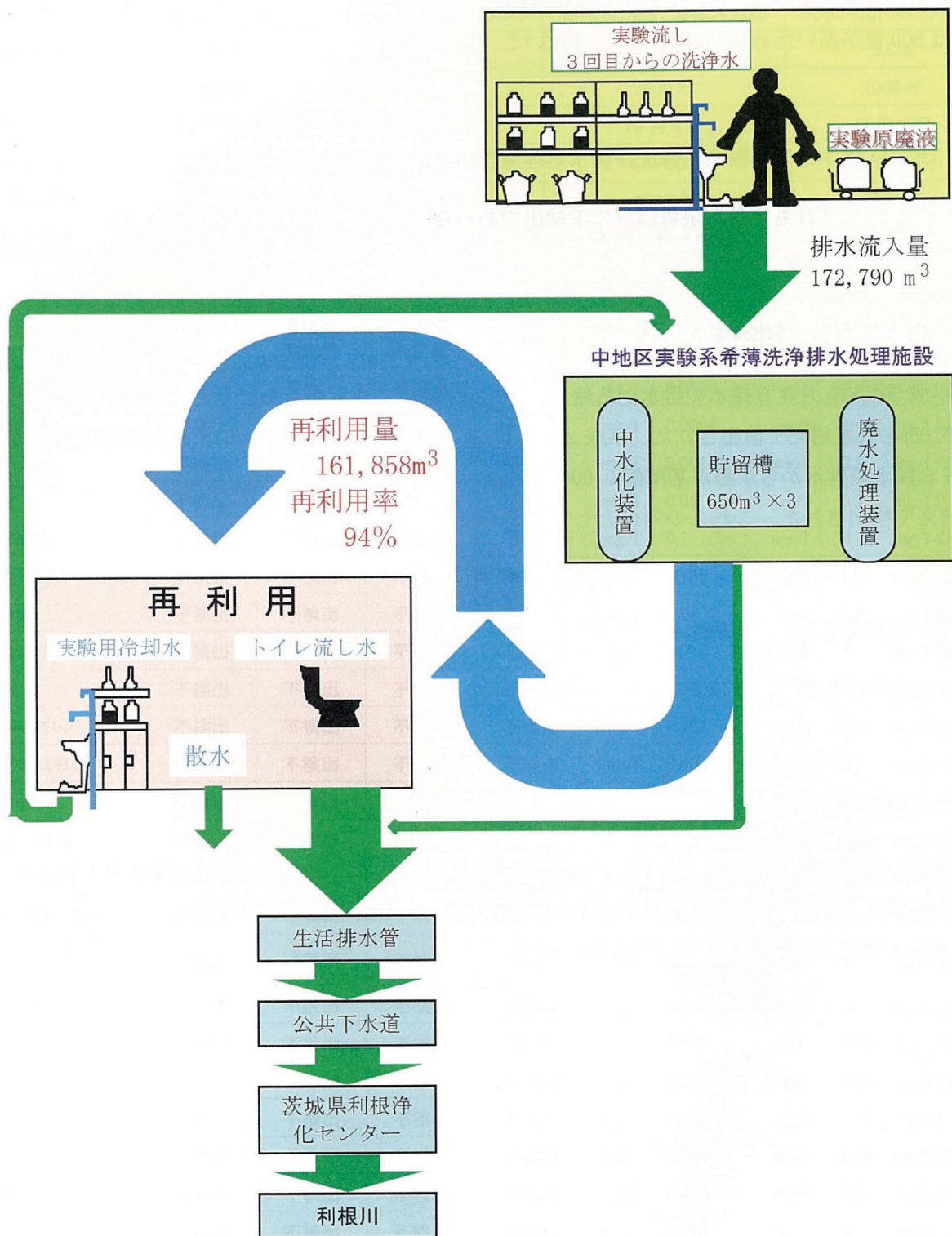


図 1. 中地区実験系希薄洗浄排水処理の概念図

その処理水は中水と呼び、上水と下水の中間の水質の水で、トイレの流し水、屋外の散水、実験機器やクーリングタワーの冷却水等に再利用される。

昭和 56 年には砂ろ過塔や活性炭塔の逆洗によって発生する汚泥の処理施設も付加された。

環境安全管理室では、実験系希薄洗浄排水処理施設に流入する実験排水と中水の表 1 に示す項目の水質測定を法律に定められている頻度で実施している。処理施設から発生する汚泥の溶出試験も実施し、汚泥処分を外部へ委託して埋め立て処分を行っている。

有害物質含有する実験排水が同処理施設に流入する事故が頻発したため、同処理施設の水質分析と各実験棟のモニター槽の水質分析から事故を未然に防止できる業務工程を構築し、本学の実験廃水が原因となる環境汚染被害の拡散防止に協力してきた。

さらに、本学の各建物には中水の再利用化が組み込まれているため、井水を補助水とする自動供給システムを提案し、中水が不足した場合にも安定供給できる処理水の効率的再利用を実現した。(図 3 に実験排水と中水の送水量の経年変化をしめす。)

### 3. 環境保全教育

大学は教育機関であるため毎年卒業生を送り出すと共に新生を迎える。上述したように、実験系希

薄洗浄排水が原因となる環境汚染被害の防止に努力してきたが、新生に環境保全教育を行わなければ、環境汚染事故を防止することができない。このような状況から、環境安全管理室では環境保全に関する活動と共に教育用ビデオとパンフレットの作成を決定し、私も製作に参加した。

ビデオは全学生を対象とした総論と専門性の高い各論に分かれている。総論は廃棄物に関する一般論とモラル向上を目指した学内ルールを解説した。日本語および英語版、中国版が完成している。また各論は化学専門編の日本語版と英語版、生物・生化学編の日本語版が完成している。

一方パンフレットは見開き 8 頁で、実験廃棄物の取扱いなどを中心に必要事項を簡潔にまとめ、実験・実習を履修しない学生にも解り易い内容となっている。全学生に周知徹底するため小冊子を新たに作成した。より詳しい「実験系廃棄物取扱いの手引き」も平成 21 年版の改訂が行われた。

また、廃棄物処理ばかりでなく試薬管理も重要な業務となるため、現在環境安全管理室を中心に薬品管理システムを全学的システムのとして構築した。

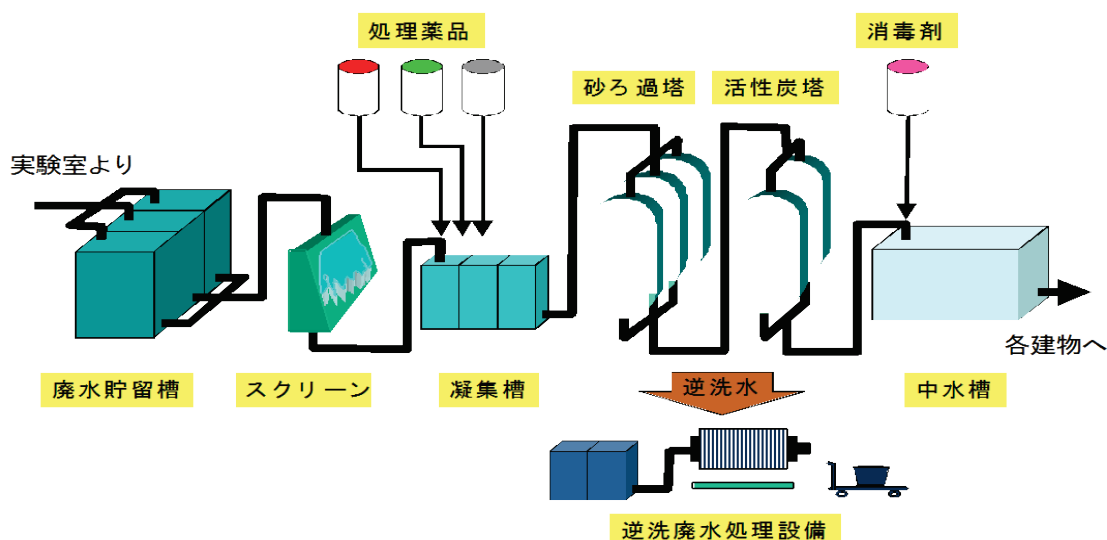


図 2. 筑波大学中地区実験希薄洗浄排水処理施設



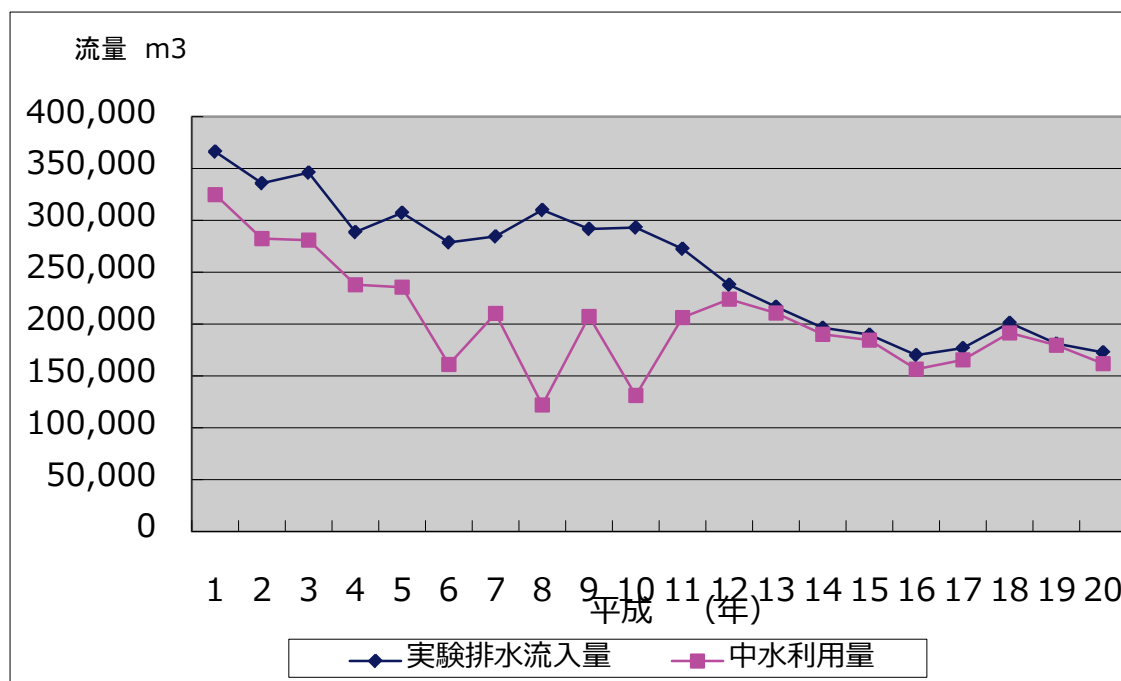


図3. 筑波大学中地区実験希薄洗浄排水処理施設の排水流入量と中水利用量

### 3. おわりに

これまでご指導いただきました環境安全管理室長をはじめ大学内関係者にも合わせてお礼申し上げます。

分析担当を専門とする技官として筑波大学に赴任したが、環境保全が世界的な規模で求められる

時代であったため、それに伴って大学内の業務も拡大してきた。より一層精進し、今後も蓄積した技術・知識を生かして実験系廃棄物処理に関する指導・助言を積極的に行ない、筑波大学の教育・研究支援に全力で取り組み、環境保全の向上に貢献したいと考えています。

## Environmental protection work of the Division of Environment and Safety Management

Shoichi Iwahara

Office of Environmental and Safety Management, Division of Environment and Safety Management, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

The Division of Environment and Safety Management is engaged in work related to laboratory waste and occupational health and safety. Facilities like the dilute laboratory wastewater treatment facility are discussed along with work related to the treatment of such wastewater.

**Keywords:** the dilute laboratory wastewater; treatment facility; Intermediate-quality-water

# 医学群 3 学類小グループ討論の支援について

郷田 規久子<sup>a)</sup>、菅江 則子<sup>a)</sup>、廣瀬 美鈴<sup>b)</sup>

<sup>a)</sup> 筑波大学医学系技術室（医学教育企画評価室（PCME）：カリキュラム担当）

<sup>b)</sup> 筑波大学医学系支援室（医学教育企画評価室（PCME）：カリキュラム担当）

〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

医学群 1 年生対象の小グループ討論での医学教育企画評価室（以下 PCME）に配置されている技術職員の業務内容の報告と役割を検討する。

**キーワード：**チーム医療、教育支援、小グループ討論

### 1. はじめに

現在、医療の現場においてチーム医療が必要とされ、そのチームワーク力が重要視されてきている。また、筑波大学医学専門学群では開学当初よりチーム医療を意識した教育カリキュラムを実施してきた。そして、平成 15 年度に看護・医療科学類が医学群に加わり、チーム医療を学ぶ一環として医学類 3 年生・看護学類 4 年生・医療科学類 4 年生を対象にケア・コロキウム（チームワーク演習）を企画、平成 18 年度より実施してきた。その後、平成 19 年度「特色ある大学教育支援プログラム」（特色 GP）に「チーム医療実践力育成プログラム」が採択され、チームワークの早期体験の導入が検討されることとなった。

### 2. 平成 20 年度小グループ討論実施までの流れ

#### 2.1 企画・検討

平成 19 年度の特徴 GP 採択をきっかけとして、他職種の学生が合同で学ぶ機会を増やしたいという学群としての方針により、フレッシュマン・セミナーに 3 学類合同の小グループ討論が導入されることとなった。

実施までには検討会が 3 回開かれ、担当教員は医学 M1 総コーディネーター（3 名）、3 学類の次年度 1 年生クラス担任（11 名）、PCME 室員（4 名）によって検討された。

第 1 回検討会では導入の提案がされ、実施案が提示された。

第 2 回検討会では第 1 回の提案を受けて小グループの題材、グループ数と教員の吊り合いなどを検討した。

第 3 回検討会では具体的な題材の決定、目標、学習の進め方など具体的な内容が決定された。

#### 2.2 実施

小グループ討論は 2 コマ（2 時限分）を用意し、1 週に 1 コマずつ、2 週にわたり「チーム討論『つくば生活サバイバル』」と題して実施した。学生へは前週に実施要項を配布し、当日速やかに実施できるようにチーム討論の目的、当日の流れ（表 1）、討論するテーマ（4 テーマ）などあらかじめ提示しておいた。

参加人数	医学………96 名	
	看護学………72 名	
	医療科学………38 名	合計 206 名
グループ数	35 グループ（5～6 名/1 グループ）	
使用教室	9 教室	
参加教員	10 名	

表 1. 平成 20 年度小グループ討論スケジュール

	時間	内容	所要時間
1 日目	12:15-12:30	オリエンテーション	15 分
	12:30-13:00	アイスブレイク	30 分
	13:00-13:30	チーム討論 1	30 分
2 日目	12:15-12:45	チーム討論 2	30 分
	12:45-13:30	グループ発表	45 分

グループ発表方法は模造紙 2 枚にまとめた内容で部屋ごとに発表を行った（図 1 および 2）。

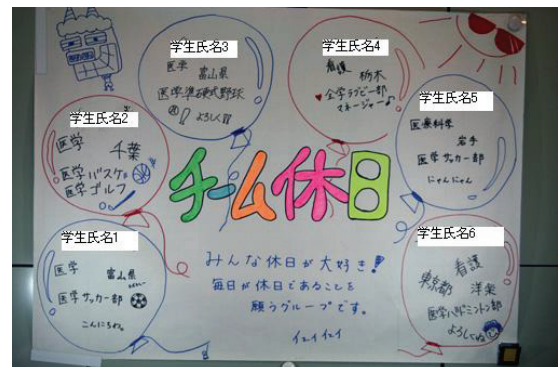


図 1. アイスブレイクでまとめた内容の一例（チーム名、メンバーの紹介など）

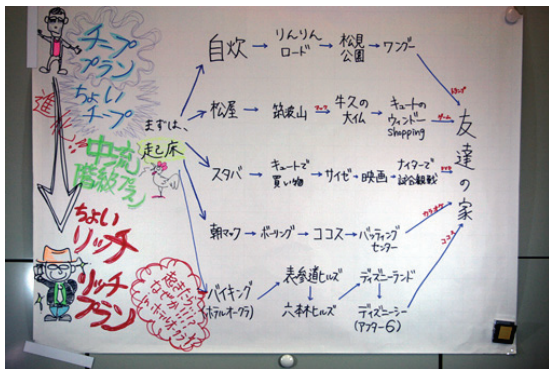


図2. チーム討論でまとめた内容の一例

### 2.3 反省点

3 学類で話し合う機会を持てたことは大きなメリットだったが、反省点として、テーマが医学に関する内容ではなかったことと、討論の時間が短かったこともあり、討論の内容が浅い点が上げられた。

## 3. 平成 21 年度小グループ討論実施までの流れ

### 3.1 企画・検討

平成 20 年度の企画の反省点を踏まえ、フレッシュマン・セミナーとは別立てで小グループ討論のための検討会、担当教員を配置し、企画を起こした。

担当教員は医学類 2 名 (PCME 室員)、看護学類 1 名、医療科学類 1 名の計 4 名によって検討実施された。

検討会は 1 回開催され大まかな内容がその場で決定し、微細な変更、日程調整などはメールによるミーティングで連絡を取った。

### 3.2 実施

平成 21 年度は 3 コマによる構成にし、1 日で終了する形を取った (表 2)。

実施要領は講演会の前に学生に配布した。テーマは「人工呼吸器装置 ALS 患者さんとそのご家族の講演『自分らしく生きること』を聴いて」と題し、討論をしてもらった。

参加人数	医学	102 名			
	看護学	70 名			
	医療科学	38 名	合計	210 名	
グループ数	51 グループ (4~5 名/1 グループ)				
使用教室	4 教室				
参加教員	4 名				

前はグループの構成は必ず 3 学類の学生が入っている事に重点を置きグループ分けしたが、今回は医学の学生数が多く、前回と同様にグループ分けをしたのでは 1 グループあたりの学生数が多くなり、発言をしない学生が出てくることを危惧し、1 グループの学生数に重点を置いてグループ分けを行った。

表 2. 平成 21 年度小グループ討論スケジュール

	時間	内容	所要時間
1 コマ	12 : 15-13 : 30	講演会	75 分
2 コマ	13 : 45-15 : 00	小グループ討論 (自己紹介とアイスブレイクタイムを含む)	75 分
3 コマ	15 : 15-16 : 30	グループおよび個人レポート作成	75 分

討論結果はグループでまとめたレポートと個人でまとめたレポートの提出のみとし、発表会は行わなかった。

### 3.3 反省点

今回医療に関するテーマだったため、学生からの評価はとても良かった。

教員からも今後も続けて欲しいとの声があった。

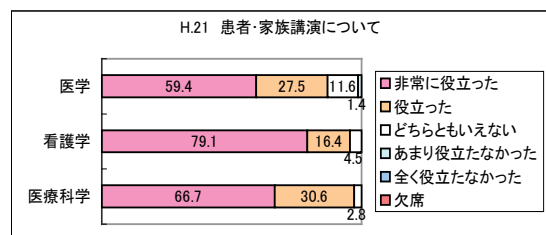
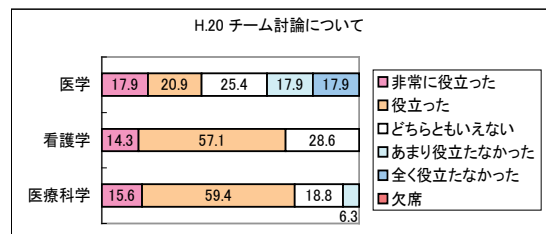


図 3. 学生アンケート

## 4. PCME 技術職員の業務内容

### 4.1 企画・検討

企画・検討にあたり PCME 技術職員の業務として

- ・ 過去のフレッシュマン・セミナーの資料集め
- ・ 小グループ討論の導入が可能か 3 学類のカリキュラムの確認
- ・ 学生の割り振り
- ・ 学生数に合わせた教室の手配
- ・ 演者との日程調整 (平成 21 年度)
- ・ 検討会の日程調整
- ・ 検討会時の教育設備、教室、学生のカリキュラムスケジュール、学類の所有物品などについての助言
- ・ 検討会議事メモの作成、議事資料の印刷などを行ってきた。

## 4.2 実施

小グループ討論実施に向けて

- ・ 実施要領の取りまとめ
- ・ 印刷
- ・ 学生、担当教員への配布

を行った。

また、実施の際には使用教室が 2~4 棟（7~9 教室）に別れ、尚且つ入学して 2 ヶ月程の 1 年生ということもあり、それぞれの教室への速やかな誘導がスムーズな授業運営に不可欠な要素となる。

その他には

- ・ 必要物品のセッティング（模造紙、マジック、マグネットなど）（平成 20 年度）
- ・ 教育設備の準備（マイク、パソコン、プロジェクターなど）
- ・ 使用した物品の回収
- ・ 教室の原状復帰の確認
- ・ レポート、アンケート回収
- ・ 演者の出迎え、お見送り（平成 21 年度）

## 4.3 実施後

実施後の業務として

- ・ レポートの取りまとめ・保管、未提出者のチェック
- ・ アンケート集計
- ・ 反省会資料作成・印刷
- ・ 反省会日程調整
- ・ 反省会議事メモ作成（次年度への申し送り事項の確認）

などがあげられる。

## 5. 今後の支援体制

これまで実施してきた支援の質を落とさず、更には小グループ討論実施のためには必要不可欠な存在として期待されるような PCME 技術職員に求められるであろう内容を下記に挙げた。

- ・ カリキュラム、教育設備等の情報の蓄積
- ・ 蓄積された情報からの確に情報の提示や助言などができるようそれらの情報の整理
- ・ PCME 技術職員間情報の共有とコミュニケーション
- ・ 担当教員との確実な連絡体制、情報の共有、コミュニケーション
- ・ アンケートの集計、わかりやすい資料作成など情報の提示方法と統計処理のスキルアップ

どれも当然のような内容であるが、職員間の情報の共有など相手もわかっているだろうとの思い込みやちょっとした勘違いがスムーズな運営を妨げる。また、情報の整理や情報処理のスキルアップなどは日常の業務に押されてしまい後回しになりがちで思うように進められない（身につけられない）部分と思われる。

これらのことから教育支援担当技術職員としてのステップアップが図れるよう PCME 組織全体で日常の業務の見直し、合理化を図ることが必要とされる。

## 6. まとめ

小グループ討論に限らず、教育支援担当として教員が目指している目標を知り、理解し、納得をしてその目標に向けてよりよい支援ができるよう業務を遂行することが PCME 技術職員に求められているものではないかと考える。

1 年生で行った小グループ討論は医学 3 年生、看護学・医療科学 4 年生で行われるケア・コロキウムに繋がっていき、ここでも PCME 技術職員が支援を行っている。また、このケア・コロキウムは他大学と共同で行う計画も現在進行している。ますます教育支援職員に求められるスキルが高くなると思われる。少しでもその要望にこたえられるよう日々の努力と向上心が必要と考える。

## Small group discussions in the 3 colleges of the School of Medicine and Medical Sciences

Kikuko Gohda<sup>a)</sup>, Noriko Sugae<sup>a)</sup>, Misuzu Hirose<sup>b)</sup>

<sup>a)</sup>Institute of Medical Science, Technical Service Office for Medical Science, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8575 Japan

<sup>b)</sup> Academic Service Office for Medical Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8575 Japan

A technical official was assigned to the Office for the Planning and Coordination of Medical Education (PCME) to supervise small group discussions by first-year students in the School of Medicine and Medical Sciences. The work done by this official is reported here along with an examination of his role in medical education.

**Keywords:** team care; academic assistance; small group discussions

# 医学類での聴覚障害学生への支援について

菅江 則子

筑波大学医学系技術室 (PCME 室)

〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

平成 16 年度に入学した聴覚に障害を持つ学生に対し、授業、実習、共用試験 OSCE、臨床実習にパソコンノートテイク、手話通訳支援を行った。また医学類長、学年総コーディネーター、担任、手話通訳支援団体、医学教務、PCME を構成員にした聴覚障害支援検討委員会を立ち上げ、医学教育を保障するため今後もどのような支援が必要か模索中である。

**キーワード：**手話通訳、手話通訳支援担当者、臨床実習診療グループ

### 1. はじめに

筑波大学医学群では、平成 16 年度より (図 1 参照) 「新・筑波方式」と呼ばれる医学教育カリキュラムを導入した。

- ①知識伝達型講義の大幅削減と問題基盤型テュートリアル（小グループ討論）の全面的導入
- ②クリニカル・クラークシップ (本格的な参加型臨床実習)
- ③信頼される医療人として必要な知識・技能・態度を 1 年次から 5 年次まで継続して学習する医療概論

### 2. 聴覚障害学生に対する教育を保障するために行った支援

1 年次、2 年次、3 年次：講義形式の授業では、パソコンノートテイクによる支援を行なった。テュートリアル (小グループ討論) では、同グループの学生にメモをとってもらったり、テューターには、なるべく障害学生のほうに顔をむけ、ゆっくり発音してくれるよう理解を求めた。

学生ボランティアによる手話通訳支援とテュートリアルで用いるシナリオの医学用語の抜出など。

基礎医学実習では、注意事項を明記したものを通常通り各部所に掲示した。

4 年次：臨床実習に出る前の、診察法演習、Pre-C.C. 共用試験 (CBT、OSCE) をどのように行っていくからよいか、障害学生の受け入れ経験のある他大学からの情報を得るため、教職員対象の FD を実施した。このことにより、医学類長、学年総コーディネーター、担任、手話通訳支援団体、教務、PCME を構成員とした聴覚障害支援検討委員会を立ち上げた。

身体診察の実習、共用試験 OSCE (実技試験) では、手話通訳支援を実施した。

臨床実習 (クリニカル・クラークシップ)：臨床実習は、筑波大学附属病院、または、地域の病院、診療所で行われるため病院長からの患者への協力と周知、看護師、ならびに病院スタッフへの協力の依頼を行った。また、手話通訳支援の方法、時間、手話通訳支援担当者、診療グループとの調整などを行った。

### 2.1 障害学生の受け入れ経験のある他大学からの情報収集

すでに聴覚障害のある学生を受け入れ、6 年生まで進んでいる帝京大学から講師を招き、どのように支援をおこなったかを学ぶための講演会を開催した。教職員、附属病院のスタッフ、レジデントなど、臨床実習に協力いただく方々を対象とした。

共用試験 OSCE (臨床技能と態度を評価) では、医療系大学間共用試験機構 (以下機構と記す) と綿密に連絡を取り合い、試験内容に沿った支援を行った事、臨床実習にはすべて手話通訳支援を実施したことなど、情報をいただいた。しかし、手話通訳支援には費用と、人材の確保が必要不可欠であることがわかった。

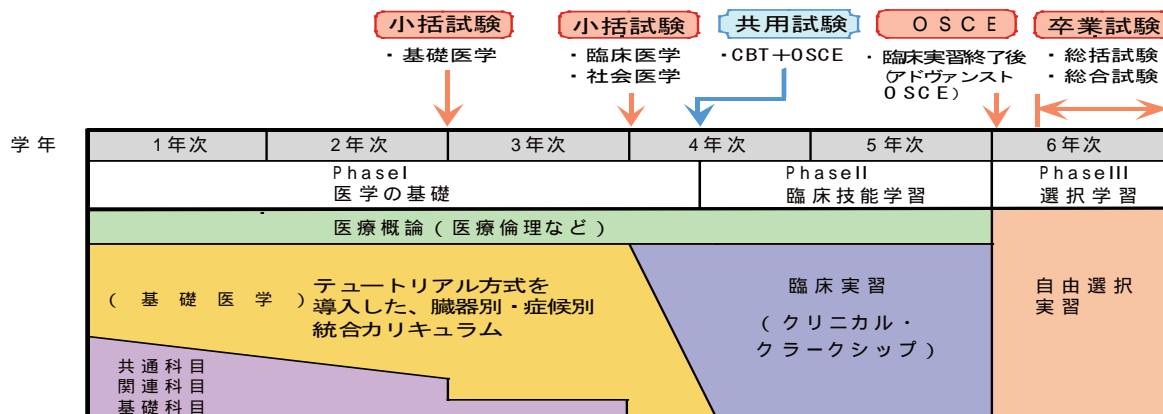


図 1. カリキュラム概略



## 2.2 共用試験 OSCE(臨床技能と態度を評価)への支援

4年次では、臨床実習(クリニカル・クラークシップ C.C.と表記する)に備え、準備教育として身体診察法の演習、チーム医療を学ぶ Pre-C.C.など実習を中心としたカリキュラムが組まれている。

3年次までの実習にはなかった本格的臨床に近い実習が実施されることから、同じ実習グループ、担当教員に承諾を得て手話通訳支援を開始した。

この時点では、学生ボランティアと手話通訳支援団体の協力を得た。実習担当医師には好評で本人も実習内容がよく理解でき、共用試験 OSCE(以後 OSCE と表記する)に向け準備を始めた。この試験は、機構から指定された課題を実施しなければならず、C.C.に進むにはこの試験に合格しなければならない。

問題は、循環・呼吸系の胸部診察の項目で、聴診を伴う課題が設定されたり、医療面接では、患者役の模擬患者から初診時の問診対応を行わなければならない。今回の試験では、機構との合意の下、医療面接と神経診察の項目でのみ手話通訳を導入した。

## 2.3 4年次、5年次のC.C.(クリニカル・クラークシップ)

OSCEを、多くの方々の支援と本人の頑張りで合格しC.C.に進むことになった。

筑波大学附属病院の実習に出るにあたり、病院長から患者に対して聴覚障害を持つ学生が実習生として参加することへのお知らせとお願いの文書が院内に掲示され、スタッフも含め周知いただくようご配慮いただいた。忙しい病院業務のなか一人の学生だけに時間を割くことは、きわめて困難であり、カンファレンスなど大勢での勉強会では、情報を共有できず医学教育の保障が十分にされないことから、聴覚障害支援検討委員会を立ちあげ、予算、支援方法などを検討し手話通訳支援を1日3時間までを目安とし、特別予算をいただくことになった。

手話通訳支援は、茨城県水戸市にある「茨城県立聴覚障害者福祉センターやすらぎ」とつくば市の「筑波技術大学」の協力を得て、手話通訳者を派遣していただくことになった。

実習をする各診療グループには、事前に手話通訳支援を希望する実習スケジュール表を提出していた。

臨床実習では、予定していなかった事態がたびたび起こり、1日3時間までの支援時間もかなり変動があったが、「やすらぎ」の皆さんのご協力とご理解で何とか支援体制が整い始めた。手話通訳支援担当者からは毎日、日報(図2を参照)を記載してもらい、支援での問題点などを指摘してもらった。診療グループと看護師の方々にも学生の実習状況などを記載する回覧ノートを作成し改善できることは、すぐ実行できるよう検討委員会で検討を重ねた。

しかし、外見からは健常者とまったく変わらないため、後ろから声をかけられたときなど対応できず相手の方に不快感を持たれたり、危険なこともあり、「聴覚障害がある学生」であるということがすぐわかってもらえるように、PHSのストラップを手話通

訳者も同じ緑色とし、手話通訳者であることを名札に明記した。

また、診療グループ内での聴覚障害を持つ学生が実習に来ているとの情報を周知いただくため、各診療グループの実習初日には、毎回、手話通訳者と学生を朝のミーティングで紹介した。

会話手段は、どうしたらよいか、少しだけでも聞こえるのか全く聞こえないのかなど、質問がありそのつど説明した。

手話通訳者からは、カンファレンスなどで医学専門用語が多く飛び交い通訳しきれないとの問題がでた。

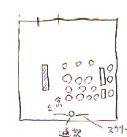
筑波大学実習支援 日報		通訳者名
【活動の記録】		
振替日	2009年8月27日(木)	担当時間
		16:00 ~ 16:45
実習科	消化器内科	教官
時期	内容(場内等)	様子(気づいた点など)
15:00 ~16:45	1F CT室 「4科合同カンファ」 いつも同様2つのスクリーンの間に座る スライド説明はスクリーンを見てもらいながら、手話も少し見せながら 映像に関しては映像、手話も同時に見てもらう。 消化器内科のDrがDrの体験を少し述べたのでそれを待たせながらの進行となる。 レントゲンフィルムをスクリーンに写す機械が故障(壊れ?のため、 左側に移動してDrが説明。通訳も少し移動するが、Drが集まるためしゃがんで 通訳、幸川君には見えにくい位置となってしまふ。 聞き取りにくい事も多く聞こえる範囲での通訳となる。	
	消化器 胆石症、胃癌、大腸がんの事例、病歴1例と少く早く終了	
		
	【引き継ぎ事項】	

図2. 手話日報

## 2.4 手話通訳の限界(専門用語など)をどうするか

医学専門用語が早口で、さらに略した英語で話されると通訳ができない。専門用語を勉強できないかとの要望があり、勉強会を持つことになった。主催は支援を受ける学生で、資料を準備し筑波技術大学の協力をいただき、手話通訳支援担当者が集まり「筑波大学医学生支援、通訳者研修会」が定期的実施された。

「臨床実習での手話通訳に関するワークショップ」として報告書がまとめられた。

支援を受ける学生と支援者間でわかりやすい手話の形(図3参照)などを決め、すばやく理解できる伝達方法を共有した。この研修会は、両者に非常に良い効果が得られたようだ。

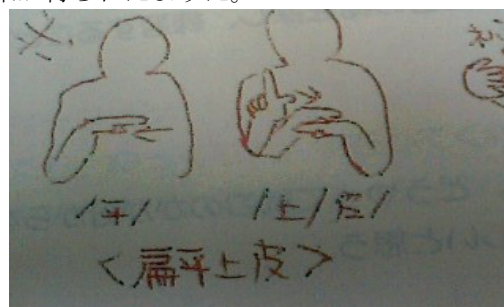


図3. 扁平上皮の手話



図 4. 1年次、2年次、3年次のテュートリアルの様子

### 3. まとめと今後の支援をどうするか

実習は C.C.7 までである。実習すべてに手話通訳支援を実施するか検討委員会でかなり検討された。実際に医師になり就職したとき、いつも手話通訳をつけないと仕事ができないのではどうか。手話通訳無しでどこまでできるのか経験し自力でやってみるのは大学にいる今しかできないのではないかと。学生本人の意向も組み入れ、C.C.6 から手話通訳支援無しの実習がスタートした。今まで実習してみて通訳以外の支援はどうしてもらいたいのか、自分はどこまでやれるかなど、支援協力願いと文章化し、附属病院以外の病院担当者と事前に打ち合わせをし、手話通訳支援のない実習に挑んだ。かなりつらい試験だと思いが、現在進行中である。6年次になると自由選択実習が始まる。

自分の将来を臨床医として進むのか、研究者として進むのか選択の時期が迫っている。今後、どのような支援が必要なのか課題は山積みである。

とにかく無事卒業し、医師国家試験に合格して欲しいと切に願っている。

## Support for hearing impaired students in the School of Medicine

Noriko Sugae

Institute of Medical Science, Technical Service Office for Medical Sciences, University of Tsukuba,  
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8575 Japan

A notebook PC and sign language interpretation were provided to students with a hearing impairment who were admitted to the School of Medicine in 2004 for use in classes, practica, standard OSCEs, and clinical practice. In addition, an exploratory committee on support for the hearing impaired was formed; its members include the Dean of the School of Medicine, overall academic coordinator, head instructors, sign language support groups, and personnel from the School of Medicine's Academic Affairs and the Office for PCME. The exploratory committee is exploring the types of future support needed to provide medical education.

**Keywords:** sign language interpretation; supervisor of sign language support; clinical practice and care groups

# 放射線教育のために霧箱を作製させて

(2009年夏休み自由研究お助け隊「霧箱を作って放射線をみてみよう」を通して)

前川 路子、渡邊 浩、伊藤 達夫

筑波大学アイソトープ総合センター

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

私たちが勤務しているアイソトープ総合センターでは、その名の通り放射線を発生する物質を扱っている。ほとんどの中学生は放射線という言葉は聞いたことがあるが、放射線についての詳細な知識はなく、それを学ぶ機会が少ないのが現状である。今回私達は、霧箱という放射線の飛跡を観察する道具を中学生自身で作製し、放射線の存在を見てもらうことで放射線に対する理解を深めてもらうことにした。

キーワード：霧箱

## 1. はじめに

霧箱は簡単に作製でき構造も把握できる自作霧箱を使用することにした。中学生にも身近な材料で短時間で簡単に作製できる霧箱を検討した。実際に「夏休み自由研究お助け隊」で中学生自身に作製してもらい、放射線を観察してもらえたのでその報告をする。

## 2. 霧箱とは

今回の霧箱は、1911年イギリスの物理学者ウィルソンが人工的に霧を発生させる装置を改良したもので拡散型霧箱という。温度勾配のある環境中で蒸気を拡散させることによって、過飽和状態を持続的に作り出すことができ、飛跡を長時間観察できるようにしたものである。

今回は気体としてアルコール蒸気を充満させ、上部を常温(25℃)に保ち、下面をドライアイス(-78℃)で冷却することで温度勾配を作り、アルコール蒸気の過飽和の層を作る。その層を放射線が通過することにより霧の飛跡ができ実際に放射線の存在を見ることができるものである。

## 3. 霧箱の試作の検討

中学生に簡単に作ることができるもの本体の構造について検討した。

以下に試作した過程を示す。

### 3.1 タッパーによる霧箱の検討

ガラス製で蓋付きのタッパーによる霧箱を作製した。この霧箱はタッパーにほとんど手を加えずに作製することができる。霧箱の上面にあたるガラスが歪んでいて霧が見づらかった。

飛跡を観察するため底面をペンキで黒く塗装したがドライアイスでの冷却とアルコール蒸気により剥離してしまった。



図1. タッパーによる霧箱

### 3.2 小さな霧箱の検討

塩ビ筒(内径9cm)を本体とした霧箱である。上面を平ガラスにし、覗きやすくした。

霧箱の大きさが足りず放射線の飛跡の見える範囲が小さかった。

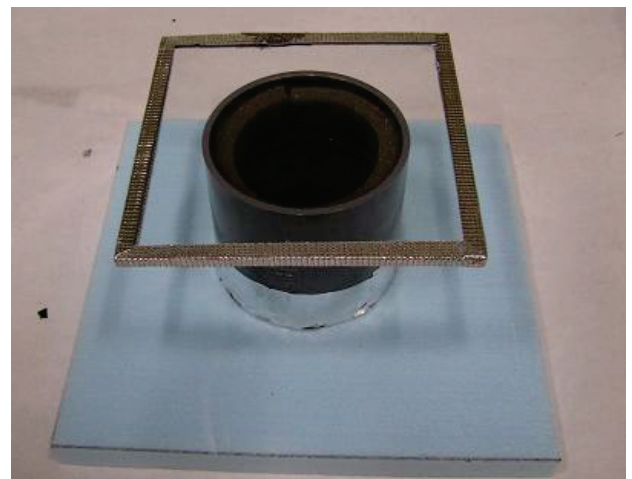


図2. 小さな霧箱

### 3.3 底板を銅板にした霧箱の検討

本体を一回り大きい塩ビ筒(内径11.5cm)にし、熱伝導性を良くするため底面を銅板にした。

霧が対流して飛跡がよく見えなかった。



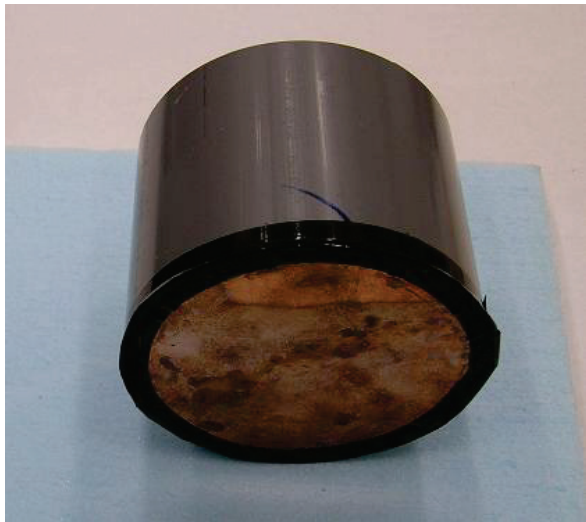


図3. 底面が銅板の霧箱

### 3.4 底面を黒色アクリル板にした霧箱の検討

底面を黒色アクリル板にした。熱伝導性もほどよく、放射線の飛跡の見える範囲が大きくなった。しかし、アクリル板は硬いため中学生が加工することは難しいと思われた。

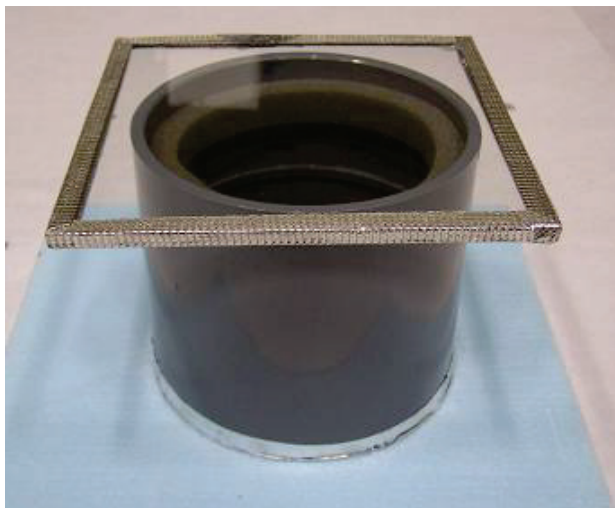


図4. 底面がアクリル板の霧箱

### 3.5 底面を黒色塩ビ板にした霧箱の検討

底面をアクリル板から塩ビ板に変更した。このことによりハサミで容易に加工することができるようになった。しかし、カメラで撮影しようとしたところ懐中電灯の光が反射し撮影しにくいことが判明した。

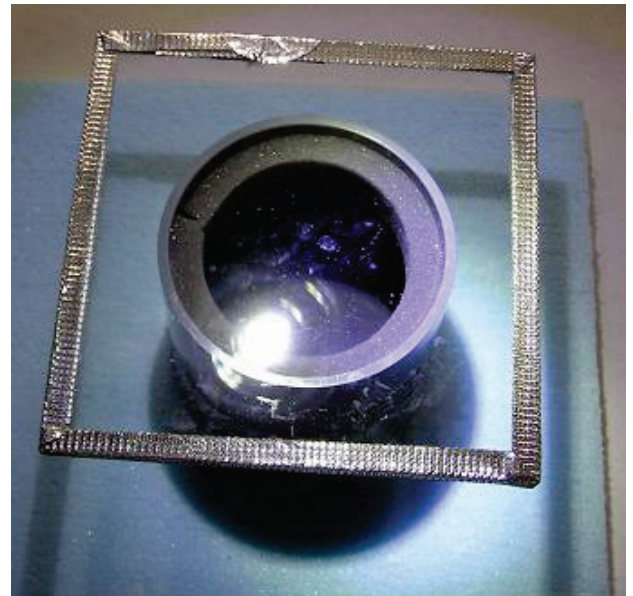


図5. 底面が塩ビ板の霧箱

### 3.6 窓を付けた霧箱の検討

底面を黒色塩ビ板にした霧箱の側面に照明用の窓をつけた。このことにより側面から照明をあてることができ上面の反射を気にせず観察、写真を撮ることができた。

なお、窓用の穴は事前に当方で加工しておくことにした。

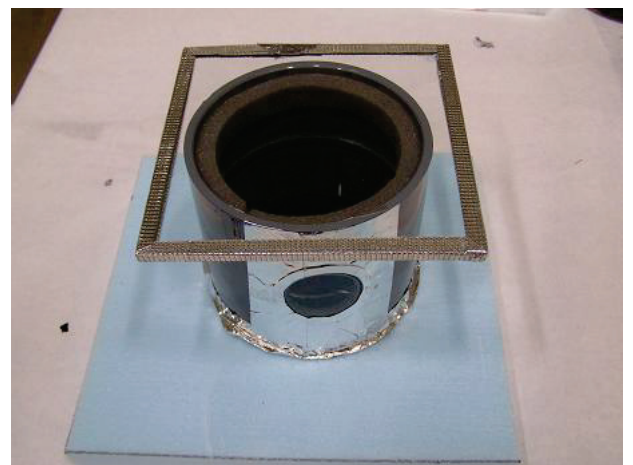


図6. 窓のある霧箱

## 4. 完成した霧箱

霧箱の試作の結果完成したものを次に写真と構造図で示す。

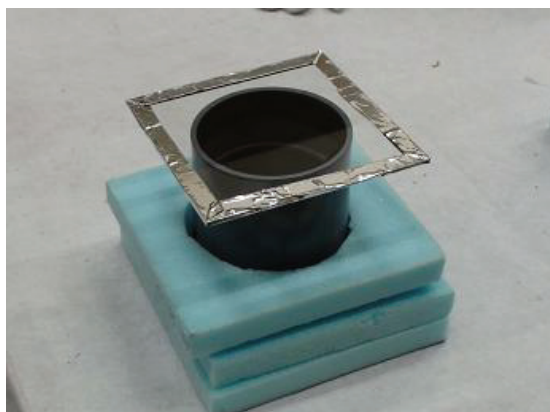


図 7. 自作霧箱の完成品

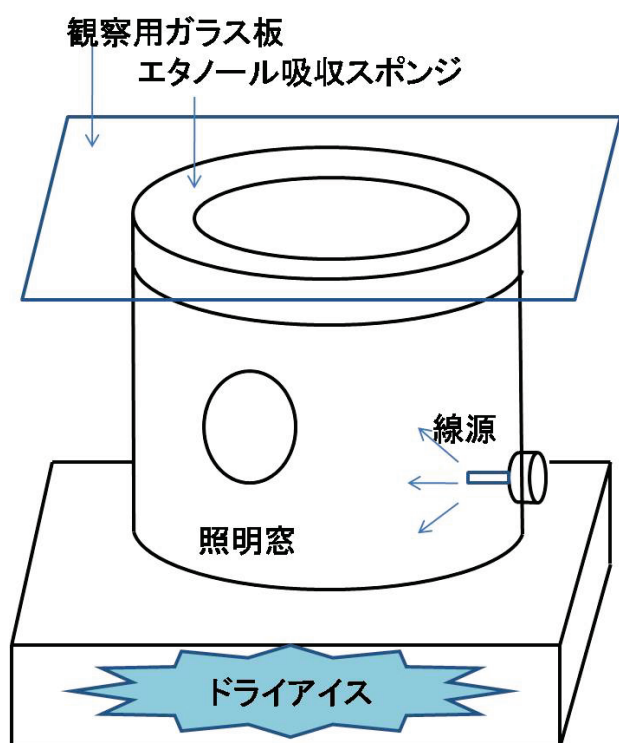


図 8. 自作霧箱の構造

## 5. 作製手順

市販されている部品を使って、霧箱を短時間で簡単に作る手順を以下に示す。

### 材料

側面に  $\phi 3 \text{ cm}$  の穴及び線源固定用  $\phi 1 \text{ cm}$  の穴をあけた市販の排水管ジョイント(塩ビ管、内径  $11.5 \text{ cm}$ )

黒色塩ビ板(厚さ  $1 \text{ mm}$ )

アルミテープ

透明アクリル板(厚さ  $0.5 \text{ mm}$ )

スポンジ製隙間パッド

板ガラス( $15 \text{ cm}$ )

粉末状ドライアイス

キャンプ用ランタンのマンテル

ダストサンプラーでダストを集めたダストろ紙

エタノール

発泡スチロール(厚さ  $1.5 \text{ cm}$ )

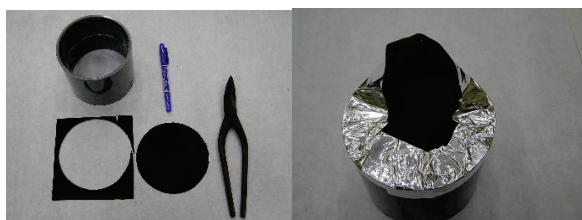
### 使用器具

ハサミ

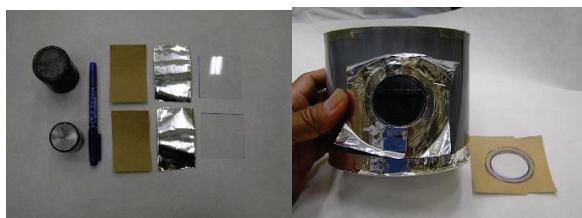
定規

懐中電灯

- 市販排水管ジョイント(塩ビ管)に円形に切り抜いた塩ビ板をアルミテープで接着し底板とする。
- 塩ビ管側面に  $\phi 3 \text{ cm}$  の穴を開け、透明アクリル板で塞ぎ照明用窓とする。
- スポンジ製隙間パッドを塩ビ管上部に取り付けエタノール保水用とする。
- 上蓋用板ガラスの周りをアルミテープでカバーする。
- ドライアイス収納容器を発泡スチロールで作製する。
- キャンプ用ランタンのマンテルと空気中のダストを集めたダストろ紙を線源とする。
- 線源、粉末状ドライアイスを設定し、隙間パッドにエタノールをしみこませ、照明用窓より懐中電灯で照らし観察する。



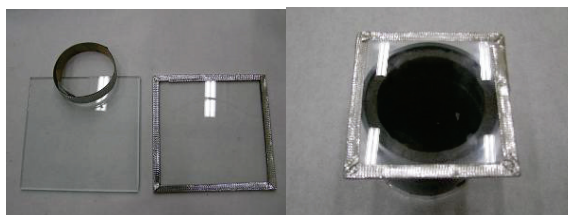
(a)



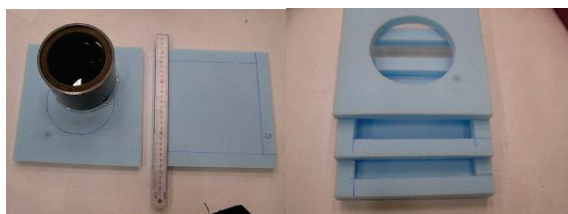
(b)



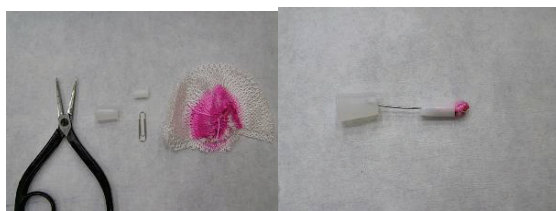
(c)



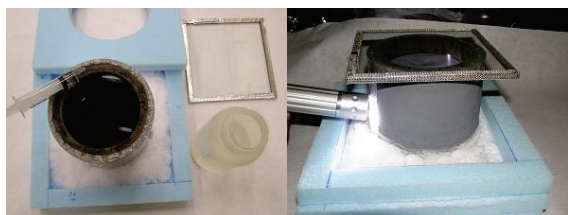
(d)



(e)



(f)



(g)

図 9. 作製手順

## 6. 異なる冷媒による冷却度合いの違い

ドライアイスと液体窒素の二種類の冷媒を用い、冷却状況と過飽和の層のでき方の違いを調べた。

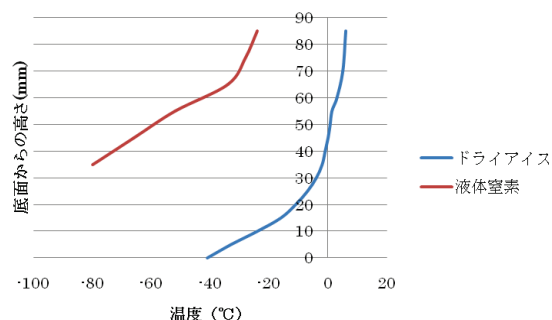


図 10. 霧箱内部の温度分布

液体窒素、ドライアイス共に底面に近いほど温度が低いことが分かる。液体窒素では底面からの高さ 50 mm、 $-60\sim-50^{\circ}\text{C}$ の位置で、ドライアイスでは底面からの高さ 5~15 mm、 $-30\sim-15^{\circ}\text{C}$ の位置で放射線の飛跡が観察された。

液体窒素ではまず上部に霧が見え始め、霧箱内の温度上昇と共に霧の位置が下がっていった。霧の発生位置の温度はどの位置でも約 $-50^{\circ}\text{C}$ であった。液体窒素では霧箱内の温度を一定に保つことが難しく、また温度が低すぎるため中学生が扱う今回の霧箱用には向かないことが分かった。

ドライアイスでは霧箱内の温度変化が少なく継続的に放射線を観察することができ、また簡単に手に入れることができるため、今回の霧箱用冷却材として採用した。

## 7. 自作霧箱の観察結果

使用した線源（マントル、ダストろ紙）について市販品の低温拡散型霧箱（島津 WH-50）を使用した場合と同様に放射線を観察することができた。



図 11. 放射線の飛跡

## 8. 考察

実際に「夏休み自由研究お助け隊」で中学生自身に作製してもらった霧箱でもすべての人が実際に放射線の飛跡を観察することができた。

## 9. 謝辞

本報告を作成するにあたり、筑波大学アイソトープ総合センター末木啓介先生に指導と助言をいただき深く感謝いたします。

また、今回の霧箱作製のために元日本原子力研究所の油井多丸氏、北海道大学大学院工学研究科量子理工学専攻松本裕氏の資料を参考にさせていただきました、深く感謝いたします。

### Preparation of a cloud chamber to teach radioactivity

(Let's Create a Cloud Chamber to See Radiation, part of the 2009 Summer Workshop for junior high school students)

Michiko Maekawa, Hiroshi Watanabe, Tatsuo Ito

Radioisotope Center, University of Tsukuba,  
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

As the name suggests, personnel at the Radioisotope Center handle substances that produce radiation. Most junior high school students are familiar with the term “radiation” but lack a detailed understanding and have few opportunities to learn about radiation. In the current work, junior high school students themselves prepared a device to observe radiation tracks known as a cloud chamber, and the task of observing the existence of radiation succeeded in heightening their understanding of radiation.

**Keywords:** cloud chamber



# インクジェットプリントによる写真表現の再現性について

鷲野谷 秀夫

筑波大学体育芸術系支援室（芸術学系）

〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

デジタルカメラを用いて撮影した画像を、インクジェットプリンターにより出力する際、色彩やコントラストなどの調整を行った。そして、インクジェットプリンターで、どこまで自然な色彩と、再現力があるか実験を行った。また、粒状性と紙の質による濃度差を計測して、表現性を考察したので、報告する。

キーワード：色再現性、写真、インクジェットプリント

## 1. はじめに

従来の写真は、銀塩のフィルムに画像を感光させ現像し、その撮影したフィルムを引き伸ばし機を用いて、光で印画紙に焼き付けるといったアナログの写真が、主流であった。しかし、近年デジタルカメラの進歩により、デジタルプリントやインクジェットプリントが主流になりつつある。インクジェットプリントは、従来のプリントに比較して、暗室作業の必要がなく、多くの種類の紙を使用することができる。また、現代の展示法として、写真パネルの巨大化が多くなったため、大きなプリントが必要になってきている。インクジェットプリントは、プリンターヘッドの駆動で印刷するため、紙の大きさに合わせたプリンターを製作することが容易で、大きな紙のプリントに適している。

しかし、初期のインクジェットプリンターは、シアン・マゼンタ・イエローとブラックの4色でプリントしていたため、写真は、自然な色彩が表現できず、コントラストの強く、色彩や中間色の乏しい写真が多く、従来の印画紙を使用した銀塩プリントと比較して、美しい再現を表現することが困難であった。しかし、最近のインクジェットプリンターは、8色から12色など、中間トーンを再現できるものも多くなってきている。特に、肌色や蛍光色といった難しい表現も、条件を整えれば、可能になってきている。

そこで今回、最も表現の難しかった人間の顔や、微妙な色彩をインクジェットプリンターでプリントし、色彩の再現性を検討した。そして、プリントに使用する紙や、色彩のコントラスト等の計測を行い、顕微鏡で観察した。また、多種の紙を用いて、プリントの実験を行ったので報告する。

## 2. 撮影とプリント方法

撮影に使用したカメラは、ソニーα900 カメラボディとミノルタ AF マクロ 50 mmレンズを使用した。

プリンターは、キャノンインクジェットプリンター ip7500 と大型プリンターエプソン PX-9500 を使用した。また、Adobe Photoshop® CS4 を用いて画像を確認し、ナナオ液晶ディスプレイ CG-243W モニターによるキャリブレーションシステムにより、色彩調節を行った。

## 3. 結果

図1は、The Macbeth Colorcheckers と人物の写真とヒストグラムを表示した写真である。

写真は、背景を黒にしたため、シャドウ部でディテールが失われている画像を示している。

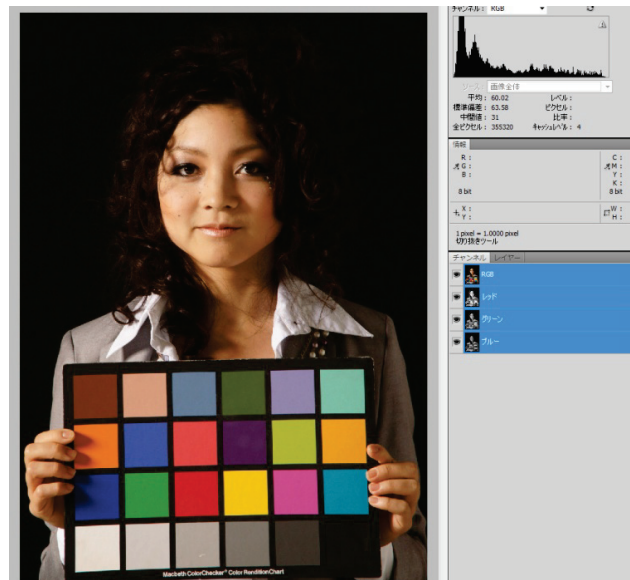


写真1. 人物の写真とヒストグラムを表示した写真

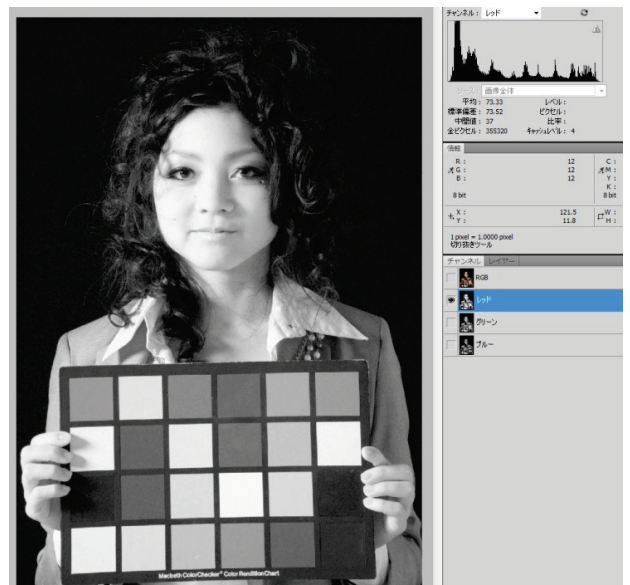


写真2. レッドの画像とヒストグラム

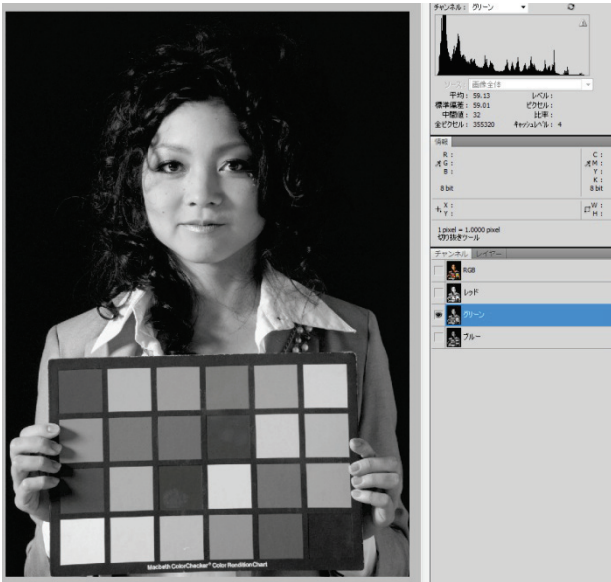


写真3. グリーンの画像とヒストグラム

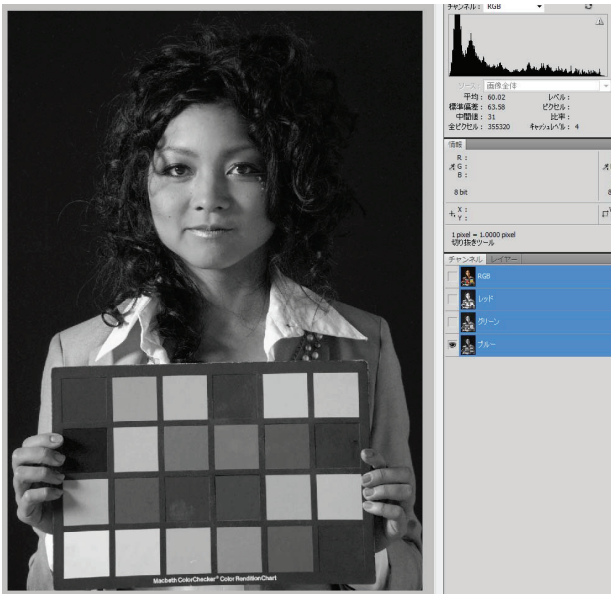


写真4. ブルーの画像とヒストグラム

写真2から4は、写真1を3色分解した写真とヒストグラムを示す。各写真のヒストグラムを見ると、背景が暗いローキーな画像のため、左側に大きなトーンはあるが、ほぼ全体にトーンのある適正な画像を示している。また、ヒストグラムでは、くし状の部分もなくギャップも生じてないため、Photoshop®等で、特殊な画像編集をしていない事が分かる。

写真5から7は、インクジェットプリンタでプリントした写真を顕微鏡で約100倍に撮影した写真である。写真5は、顔の肌色の部分を拡大したもの、写真6は、黒と黄色の部分を拡大したもの、写真7は、青の部分を拡大したものである。一樣な色と感じる黒色や青色でも、異なった色彩により表現していることが分かる。写真8は、版画で印刷した作品を顕微鏡で拡大した写真である。拡大して観察してみると、インクジェットプリンタと比較して、まったく、インクの付き方と、形状や盛り上がりの違うことが分かる。

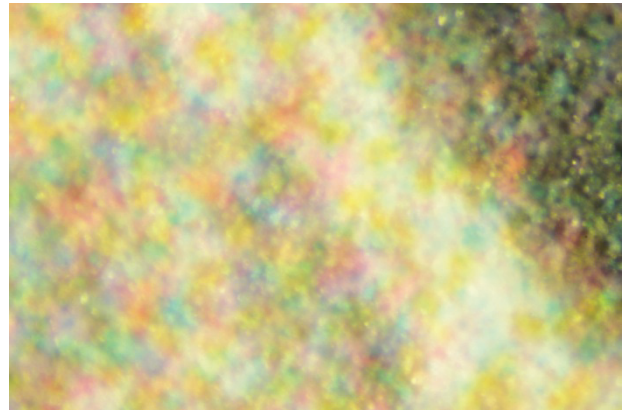


写真5. 顔の肌色の部分を拡大した写真

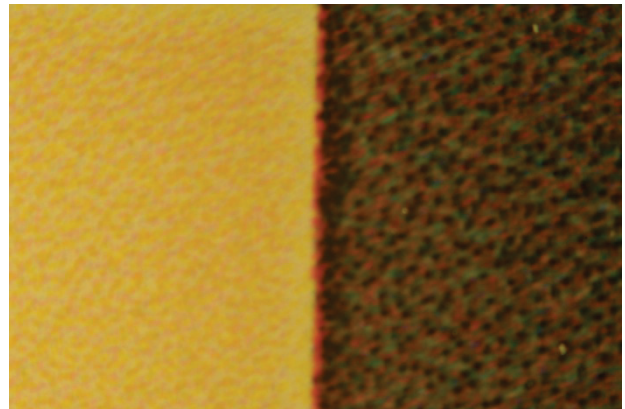


写真6. 黒と黄色の部分を拡大した写真

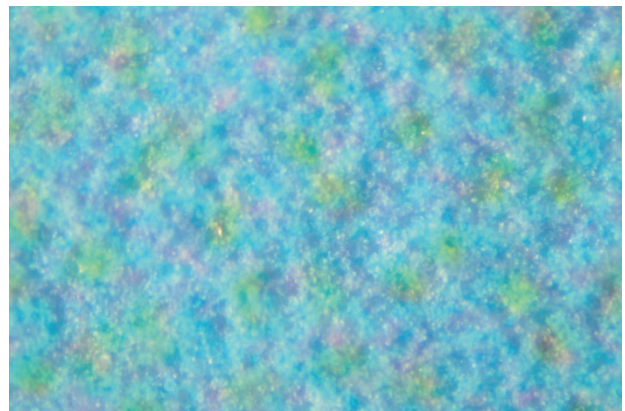


写真7. 青の部分を拡大した写真

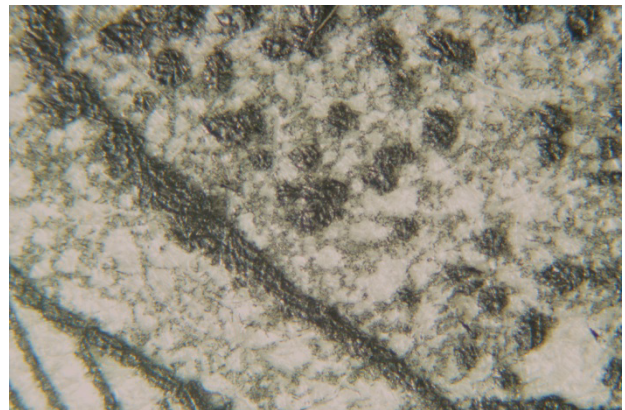


写真8. 版画の拡大した写真



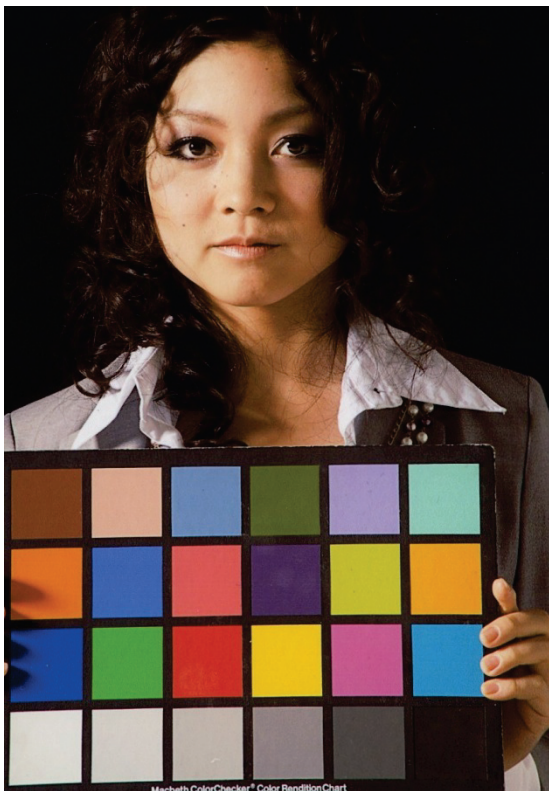


写真 9. 光沢紙のプリント

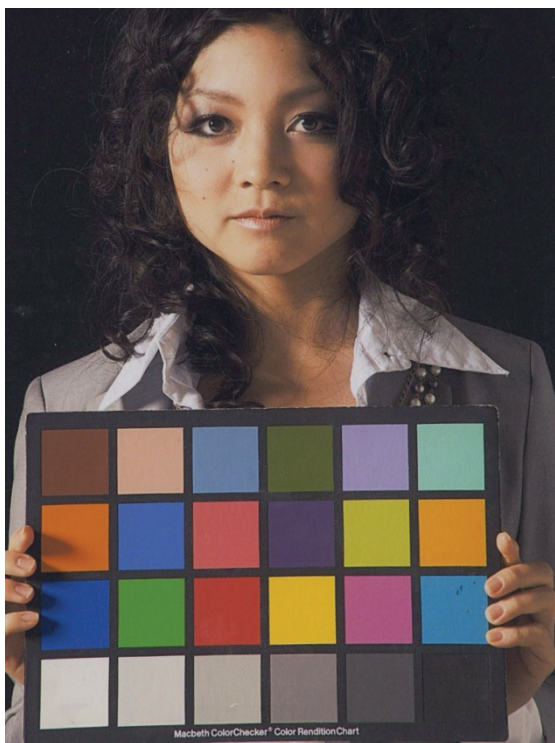


写真 10. マット紙によるプリント

写真 9 は、光沢紙のプリント、写真 10 は、マット紙によるプリントである。インクジェットプリント用紙は、大きく分けて、光の反射の強い光沢紙と、表面にざらつき感があり光の反射しにくいマット紙に分けることができる。この二種類を比較すると、光沢は純白と強い黒が出しやすいため、コントラストが強く表現され、マットは、コントラストが抑えられて、落ち着いた雰囲気表現されることである。

#### 4. 考察

従来の写真の表現は、印画紙にプリントして、反射原稿として表示することが目的であり、三原色の応用で表現していた。それにより、銀塩写真は、色彩の再現とキメの細かさで美しく自然な色彩を表現して、反射原稿として最高のレベルに達したと考える。故に、写真展等では、チバクロームやクリスタルプリントを用いて、プリント技術の美しさを競ってきた<sup>[1]</sup>。しかし、現代芸術の写真展の見せ方では、色の美しさは勿論であるが、壁一面の作品など巨大な写真により、迫力を重視した作品が多くなってきている。絵画では、巨大なキャンパスに絵をかいて、迫力があり情報量の多い作品を表現できるが、印画紙によるプリントは、紙に感光剤を塗り、引き伸ばし機で光を照射し、現像するといった作業であるため、プリントする大きさには限界があった。それに対してインクジェットによるプリントは、大きな作品を作成するのに優れているため、これからの芸術分野や研究発表等では、銀塩に代わる最適な表現方法になると考える。

現在の写真撮影は、プロの分野でもデジタルカメラが主流となって、従来の銀塩プリントの代わりにインクジェットによるプリントで写真展等を行うことが多くなっている。それは、雑誌やカタログ、広告といった印刷物が、パソコンによって作成され、デジタルカメラで撮影された画像を使用するため、デジタルカメラは必須とされてきたためである。

デジタルカメラの出現により、写真の観賞方法も変わってきた。紙にプリントすることも多いが、パソコンの液晶画面や液晶テレビのように、透過光による観賞方法も多くなってきた。透過光による表現は、反射原稿と違って、コントラストが非常に高くなり、鮮やかさが強調されるため、美しく観賞することができる。そのため、紙にプリントして反射原稿にしてしまうと、最も明るい部分と暗い部分の差はなくなり、また、明るい部分の鮮やかさが少なくなるため、くすんだ感じに表現されてしまう。また、その反射原稿に、太陽光と同じ色温度に調整した強力な光をあてなければ、正確に色彩は表現されず、一般の蛍光灯下では、きれいには表現されない。このように、反射原稿と透過原稿は、画像として大きな差があるため、パソコンの液晶画面で画像を指示して、インクジェットプリンタでプリントすると、同じ画像として違和感を持つようになるのは当然である。

初期のインクジェットプリンタは、シアン・マゼンタ・イエローとブラックの 4 色でプリントしていたため、写真は、自然な色彩が表現できず、コントラストの強い色彩や、中間色の乏しい写真が多かった。当初のインクジェットプリンタは、ワードやエクセル等の文書やグラフ・イラストの出力が多かったた

め、多くの色彩や、自然な色彩の表現は必要なかった。しかし、最近のデジタルカメラは、著しく進歩して、画素数が多くなり、銀塩写真に劣らない画質を表現できるようになってきた。それにより、インクジェットプリンタも、8色から12色など多くのインクを使用して、自然な中間トーンを再現できるものも多くなってきている。特に、肌色や蛍光色といった難しい表現も、正確な設定をして、条件を整えれば、銀塩写真と比較しても、肉眼では識別できないほどに進化している。

正確なプリントには、正確で高精細なモニターが必要である。ナナオ液晶ディスプレイ CG-243W モニターによるキャリブレーションシステムは、現在のプリントシステムで、最も高度な測定ができる。プリンターは、それぞれ使用するインクが異なるため、プリンターの種類が違えば、同じ色彩で表現することは困難である。しかし、一台のインクジェットプリンタの色彩データを、キャリブレーションして、液晶ディスプレイの色を、プリンターに合わせてしまえば、液晶ディスプレイの色彩に、限りなく近い色彩で再現することが可能である。

プリントに使用する紙は、光の反射率や、微妙な色の差があるため、表現目的により選択して使用する事が一般的である。しかし、肌の再現や、自然な色彩の再現には、より反射率の高い、純白の光沢紙が、最も良い結果を示した。

## 5. まとめ

今回、小型のキャノンインクジェットプリンタ ip7500 と大型プリンターエプソン PX-9500 インクジェットプリンタを用いて、自然な色彩を再現する目的で、実験を行った。プリントに際しては、Adobe Photoshop®CS4 ソフトを用いて画像を指示し、ナナオ液晶ディスプレイ CG-243W モニターによるキャリブレーションシステムを用いて、プリントを行った。その結果、適正な色彩を示す画像が得られた。

## 参考文献

- [1] 宮澤一宏, インクジェットプリントの上手な保管方法, 日本写真学会誌 67 巻 5 号 (2004) 495-497.

# The reproducibility of photographic images using inkjet printing

Hideo Saginoya

Academic Service Office for Art and Sport Sciences, University of Tsukuba,  
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8574 Japan

Aspects like the coloration and contrast of images taken using a digital camera were adjusted when printing these images with an inkjet printer. An experiment was also done with an inkjet printer to study the extent to which natural coloration could be recreated and to study the reproducibility of photographic images. In addition, differences in color shades due to granularity and paper quality were measured and the expressiveness of the images produced was discussed.

**Keywords:** color reducibility; photograph; inkjet printing



# 学生情報管理システム

澤村 博道

筑波大学システム情報工学等技術室（情報アプリケーション班）

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

本システムは、システム情報工学研究科に在籍する学生のメールアドレス及び連絡先等を登録・管理するシステムである。個人情報を取り扱うため、システム利用時には研究科内でのアクセス制限やログイン認証、検索時における使用機能を制限するなどセキュリティに配慮している。本報告では今年度から運用が開始された本システムについて実例を示し紹介する。

キーワード：学生情報、TISA、HeXin

## 1. はじめに

システム情報工学研究科では、昨年度まで研究科入学時に「電子メールアドレス・緊急連絡先等調査票」を Web で収集していた。収集した情報は技術室で一覧表（Excel 形式）を作成し、大学院教務を経て各専攻へ配布され、各種メールリ.getListの作成や緊急連絡網に利用されている。しかしながら、これらの情報は各専攻に配布された後、情報の更新がほとんどされない、専攻間での情報共有ができないなど、いくつか管理上の問題があった。そこで、学生情報管理システムを開発し、学生情報の信頼性の向上、管理体制の改善、業務の効率化を図ることになった。

## 2. システム開発にあたって

本システムの開発にあたっては、技術室とPBL学生チームが2年に渡り共同で行なった。PBL学生チームとは、システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻に開設されている、文科省「先導的ITスペシャリスト育成推進プログラム」<sup>1</sup> - 高度IT人材育成のための実践的ソフトウェア開発専修プログラム<sup>2</sup>において、課題解決のためのシステム構築の演習などを行う上で構成される学生チームのことである。

作業分担について、仕様書の作成は技術室とPBL学生チームが共同で行い、実システムの作成は上記プログラムの課題として採用されたことで、PBL学生チームに担当して頂いた。

そこで、システム開発要件として以下の項目を定め開発にあたった。

## 2.1 学生情報を一元的に管理するデータベースで構築すること

Web インターフェースを介して利用が可能なデータベースとし、常時新しい情報が反映される構成とする。情報収集においては、学生本人による登録・更新・閲覧を可能にする。情報検索においては、学生情報の検索・閲覧・更新・取り出しを可能にする。

## 2.2 個人情報を取り扱うためセキュリティに配慮すること

SSL サーバ証明書で保証された Web ページを設定・利用し、また、本人によるログイン認証及びセッション管理を行う。情報検索においては、ユーザ毎に異なるアクセス権の設定を可能にする。

## 2.3 ヒアリングの実施とドキュメント及びマニュアルを整備すること

ユーザ（情報検索・管理）の意見を反映し使い易くするため、仕様書作成にあたり必要なヒアリングを実施する。導入後のメンテナンスを考慮し、各種ドキュメント、インストールマニュアル、操作マニュアルを作成する。

## 3. システム構成・機能

本システムは一つの DB（データベース）を共有し、TISA（ティサと呼ぶ）と HeXin（クーシンと呼ぶ）の2つのシステムで構成されている。その概容を図1に表す。図中①～⑩は各システムに実装された機能であり、矢印表示は各ユーザの権限で何ができるかを表している。また、※⑨ログイン認証は、システムログイン時にアカウント名とパスワードによる認証が行われることを示す。

TISA は学生本人がメールアドレスや連絡先等の情報を登録・更新するシステムであり、HeXin はその登録された情報を職員（支援室・技術室）が検索・閲覧・管理するシステムである。

システム構築の際使用した主な使用ソフトウェアは Apache, MySQL, PHP 及び Smarty（PHP のためのテンプレートエンジン）などのフリーソフトウェアである。

次に TISA, HeXin について、それぞれ実画面を示し説明する。なお、画面上に表示される内容は全てテスト用のものである。

<sup>1</sup> 「先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム」については下記を参照。

<http://www.cs.tsukuba.ac.jp/ITsoft/>

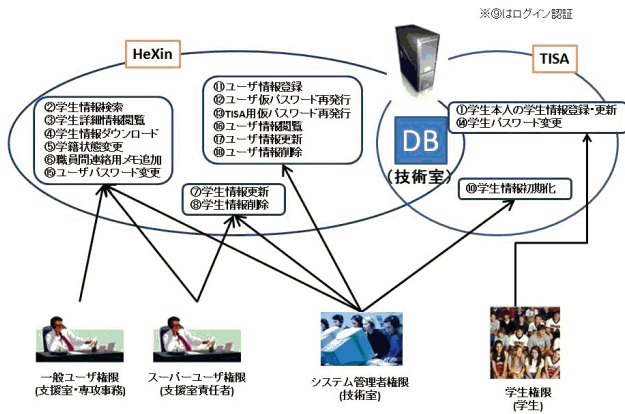


図 1. システム概要図

### 3.1 学生による情報登録・更新 (TISA)

学生情報の入力には学生本人が行う。入力の際は、研究科入学時のオリエンテーションにて配布されたアカウント名と初期パスワードを使用する。学生は所定の URL にアクセス、TISA にログインし画面に従って入力を行う。図 2 はその画面遷移を表す。

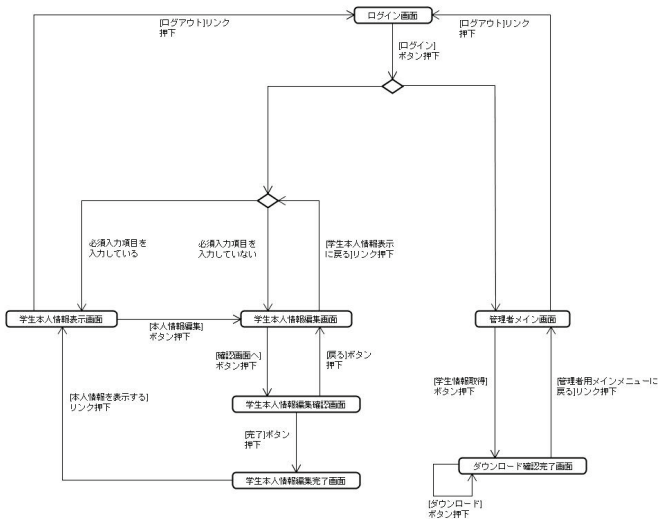


図 2. 画面遷移図

TISA へのログインが成功すると、図 3 の登録・更新の編集画面が表示される。まずは、初期パスワードの変更を行う。以降、この画面で自身の学生情報の登録・更新を行うことができる。学生情報の登録が正常に完了した後、図 4 の学生情報表示画面において自身の学生情報を閲覧することができる。更新する場合は、画面上部にある「本人情報編集」ボタンをクリックし、画面に従い編集を行う。

**TISA** - 学生情報管理システム -

電子メールアドレス・緊急連絡先等調査票

\*が付いている項目は入力必須項目です。

(1) アカウント情報	
アカウント名*	<input type="text" value="200800000"/>
パスワード*	<input type="password"/>
パスワードの確認*	<input type="password"/>

(2) プロフィール情報	
学籍番号*	<input type="text" value="200800000"/>
氏*	シス情 (例: 筑波)
名*	太郎 (例: 善人)
氏のフリガナ (全角カタカナ)	シスジョウ (例: ツクバ)
名のフリガナ (全角カタカナ)	タロウ (例: アント)
生年月日*	1986/04/30 (例: 1984.12.08)
国籍*	日本 (例: 日本)
住所*	筑波 1-1-1 (例: 茨城県つくば市天久保1-1-1 アジット110)

図 3. 登録・更新画面

**TISA** - 学生情報管理システム -

学生本人情報

本人情報編集 ログアウト

(1) アカウント情報	
アカウント名*	200800000
パスワード*	*****

(2) プロフィール情報	
学籍番号*	200800000
氏*	シス情
名*	太郎
氏のフリガナ	シスジョウ
名のフリガナ	タロウ
生年月日*	1986/04/30
国籍*	日本
住所*	筑波 1-1-1
帰省先住所*	山梨 1-1-1

(3) 所属情報	
課程*	博士前期
研究科*	システム情報工学
専攻*	コンピュータサイエンス

図 4. 学生情報表示画面

## 3.2 登録情報の検索・閲覧 (HeXin)

### 3.2.1 学生情報管理

職員（支援室、技術室）が学生情報を検索・閲覧するには、所定の URL にアクセスし、アカウント名とパスワードを入力、HeXin にログイン後画面に従って入力を行う。図 5 にその画面遷移を表す。

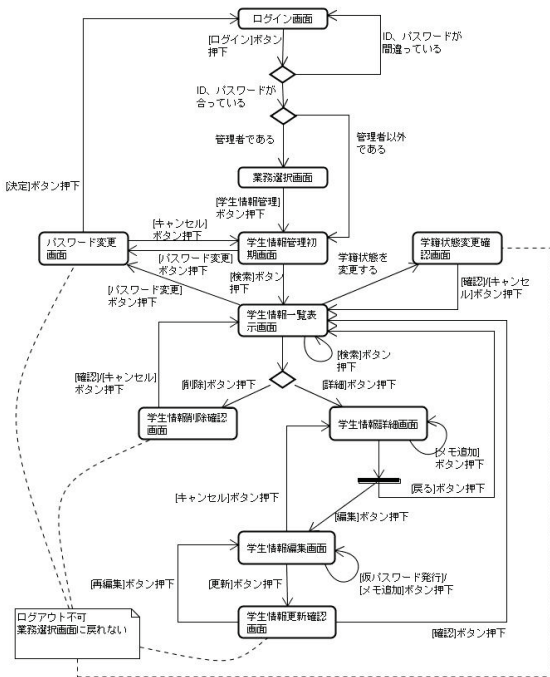


図 5. 画面遷移図

HeXin へのログインが成功すると、図 6 の学生情報検索画面が表示される。検索フォームにキーワードを入力、検索条件を選択して「検索」ボタンをクリックする。該当者が存在する場合、画面のような検索結果が表示される。

学生情報	学籍番号	学籍状態	氏名	フリガナ	生年月日	国籍
検索	10		原 延男	ハラノブオ	2000/01/01	日本
検索	10		高川 百恵	タカガハヒロメ	2000/01/02	日本
検索	10		宮川 博正	ミヤカワヒロマサ	2000/01/03	日本
検索	2		南条 信恵	ナンジョウノブエ	2000/01/04	日本
検索	10		伊藤 聖治	イトウ ヤスジ	2000/01/05	日本
検索	10		早見 正弘	ハヤミマサヒロ	2000/01/06	日本
検索	4		吉田 智文	ヨシダチモフミ	2000/01/07	日本
検索	10		志村 正則	シムラマサノリ	2000/01/08	日本
検索	10		鈴木 聖男	スズキ ヒロキ	2000/01/09	日本
検索	1		戸田 英人	トビヒト	2000/01/10	日本

図 6. 学生情報検索画面

### 3.2.2 ユーザ情報管理

HeXin を利用するには、事前に管理者によるユーザ登録が必要である。管理者によるユーザ情報管理は、ログイン後に表示される業務選択画面（管理者のみ表示）で「ユーザ情報管理」ボタンを選びクリックする。図 7 にその画面遷移を表す。

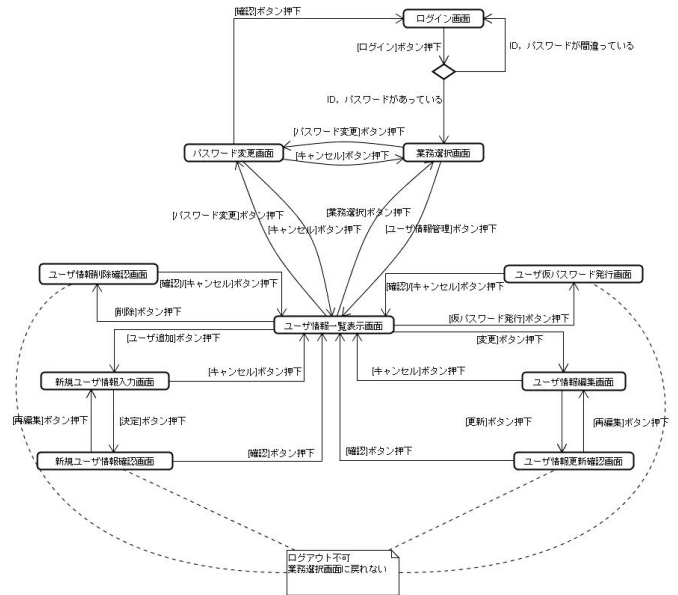


図 7. 画面遷移図

ここで「ユーザ情報管理」ボタンをクリックすると、図 8 のユーザー一覧画面が表示される。

これは既登録のユーザ情報であり、それぞれアカウント名、氏名(フリガナ)、権限、所属等でソートが可能である。ユーザ情報の変更やユーザの追加などの作業は、このユーザー一覧画面から行うことになる。

パスワード	変更	削除	アカウント名	パスワード	氏名 (フリガナ)	権限	所属
実行	変更	削除	admin@localhost.domain	*****	筑波太郎	クーン	システム管理者 支援室
実行	変更	削除	s000000000@cs.tsukuba.ac.jp	*****	筑波洋子	ツクバヨロ	スーパーユーザ シス情支援
実行	変更	削除	s000000001@cs.tsukuba.ac.jp	*****	筑波花子	ツクバハナコ	一般ユーザ 支援室
実行	変更	削除	s000000002@cs.tsukuba.ac.jp	*****	筑波太一	ツクバタイチ	システム管理者 CS専攻事務
実行	変更	削除	s000000003@cs.tsukuba.ac.jp	*****	佐々木太郎	サザキタロウ	スーパーユーザ 支援室
実行	変更	削除	s000000004@cs.tsukuba.ac.jp	*****	佐藤大輔	サトウダイスケ	一般ユーザ 技術室
実行	変更	削除	s000000005@cs.tsukuba.ac.jp	*****	小島花子	コジマハナコ	一般ユーザ リスク専攻事務
実行	変更	削除	test@test.com	Z0ET04Tx	筑波太郎	ツクバタロウ	システム管理者 技術室

図 8. ユーザー一覧画面

新たにユーザを追加する場合は、ユーザー一覧画面上部にある「ユーザを追加」ボタンをクリックする。

学生情報管理システム - ユーザ情報管理 -

ユーザ情報を入力してください

※全て必須項目です

アカウント名	
パスワード	X9eR9Trnk
氏名	
氏名(フリガナ)	
所属	
電話番号	
メールアドレス	
権限	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ システム管理者 (新規, 保存, 修正, 削除, ユーザ管理)</li> <li>◎ スーパーユーザ (新規, 保存, 修正, 削除)</li> <li>◎ 一般ユーザ (新規, 保存)</li> </ul>

追加 キャンセル

Copyright (C) 2008 HeXin from University of Tsukuba All Rights Reserved.

図 9. 新規ユーザ情報入力画面

図 9 の新規ユーザ情報入力画面が表示されるので、画面表示に従い全ての情報を入力し「追加」ボタンをクリックする。ここで、確認用の画面が表示されるので、内容を確認しユーザの追加を確定する。なお、初期パスワードはランダムに発行されたものが表示されるので、新規ユーザは HeXin にログイン後パスワードの変更が必要である。

また、ユーザ情報を変更する場合は、図 8 のユーザー一覧画面の「変更」ボタンを押し、同様に画面表示に従い編集を行い確定する。

#### 4. 運用

運用時のサーバマシンを考慮し、システム開発時のマシンスペックおよびソフトウェア環境を同等のものとしたため、運用サーバへの移行がスムーズに行うことができた。

運用サーバのスペックは、  
 本体:DELL Power Edge SC440  
 Cpu:Dual-Core Intel Xeon3.06Ghz,  
 Memory:2GB,  
 HDD:Ultra320SCSI×6(RAID)

主なソフトウェアは、  
 Os:Debian Linux Ver. 2.6.18-5 ,  
 Web:Apache Ver. 2.2.3,  
 Db:MySQL Ver. 5.0.32,  
 Interface:PHP Ver. 5.2.0-8,  
 SSL 認証局: Equifax Secure Inc.

などである。

本年度 4 月に運用を開始し、12 月現在の登録件数が 1664 件 (ただし、事前に本システムへ移行した昨年度までの「電子メールアドレス・緊急連絡先調査票」の情報を含む。)、情報検索ユーザ数は 34 人である。登録情報の入力・更新は学生本人が、情報の管理は支援室大学院教務が、サーバ管理・運用は技術室が行っている。

#### 5. まとめ

今回のシステム開発にあたっては、研究科 (コンピュータサイエンス専攻) の「先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム」の課題として採用され、また、業務系のシステム開発に学生自身が加わるなど、前例がない形で行われたが、開発にあたって開発要件を定めたこともあり、実業務に耐え得るシステムを構築することができた。システムの開発目的であった学生情報の信頼性の向上、管理体制の改善、業務の効率化にも大いに貢献できる結果となった。

#### 6. 謝辞

2 年に渡り「先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム」課題として提案・採用にご教示頂いた本専修プログラム担当の菊池純男先生、駒谷昇一先生および、システム開発の実務を担当して頂いた研究科コンピュータサイエンス専攻の TISA,HeXin 学生チームの皆様のご協力に感謝致します。

#### 参考文献

- [1] 学生情報管理システム TISA - 要件定義書、設計書、操作マニュアル
- [2] 学生情報管理システム HeXin - 要件定義書、設計書、操作マニュアル

## System for student information management

Hiromichi Sawamura

Technical Service Office for System and Information Engineering, University of Tsukuba,  
 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

This system is designed to record and manage the e-mail addresses and contact information for students in the Graduate School of Systems and Information Engineering. Since personal information was being handled, security was considered, e.g. the system could only be accessed within the Graduate School, logging in was required, and features were restricted during searches. This report describes the system, which began operating this year.

**Keywords:** student information; TISA; HeXin



# 「夏休み自由研究お助け隊 2009」を実施して

## －実施報告と実行委員会の活動について－

中島 孝

筑波大学システム情報工学等技術室

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

### 概要

筑波大学夏休み自由研究お助け隊実行委員会は、2009年7月25日(土)、26日(日)の2日間、中学生を対象とした「夏休み自由研究お助け隊 2009」ワークショップを実施した。今年度はつくば市や近隣の市町村をはじめ県内外から、34校 108名が参加した。参加者は実行委員会が提供した16の自由研究テーマや独自の研究テーマについて、担当技術職員の指導を受けながら熱心に取り組んだ。なお、この行事は筑波大学の社会貢献等支援経費の配分を受けて実施しているもので、2004年度に第1回目を実施され今年度で6回目となる。

キーワード：夏休み自由研究お助け隊、実行委員会

### 1. はじめに

筑波大学の技術職員が実施する夏休み自由研究お助け隊ワークショップは、中学生が自然科学分野への興味やものづくりへの関心を持てるように夏休みの自由研究を支援するもので、技術職員がそれぞれの技術・知識を生かして考案した自由研究のテーマを用意して実施している。夏休み自由研究お助け隊は、1講義あたりの受講人数を少なくしてなるべく個別指導に近い環境で実施すること、および参加者が当日のみでなく継続して自由研究ができるように製作した実験機材や資料も提供するなど、中学生が取り組みやすいプログラムにしている。またこのプログラムは2日間それぞれ午前・午後の計4つの時間帯から参加日時を選択できるようにしている。

夏休み自由研究お助け隊の活動は、筑波大学の社会貢献事業の一端を担うとともに、技術職員の相互交流や意識の活性化にもつながるものであり、技術職員および大学にとって大変有意義なものである。

筆者は、2008年度から夏休み自由研究お助け隊実行委員会の代表としてその運営に関っている。本報告では、今年度実施した夏休み自由研究お助け隊2009の実施報告と実行委員会の活動について報告する。

## 2. 実施報告

### 2.1 参加者の募集

今年度は、6月15日にリーフレットの配布を行い、6月17日に筑波大学技術職員Webサイト・夏休み自

由研究お助け隊<sup>1</sup>のホームページに募集案内を公開して募集を開始した。同時に、筑波大学ホームページの社会貢献・生涯学習ページ<sup>2</sup>にも夏休み自由研究お助け隊の情報が掲載された。

今年度の募集定員は100名とした。参加申込みの方法は、リーフレットの申込書を使用してFaxまたは郵送するか、Webの申込みフォームから行なう方法とした。応募者には必ず参加希望日時と受講希望のテーマを1つ選択して申込むように案内した。

実行委員会は受付の状況を随時確認し、定員を超えたテーマの応募者には直接連絡を取り、参加日時および別のテーマへの振替えなど、できるだけ応募者の希望に沿うよう調整を行なった。

### 2.2 応募・参加の状況

表1は今年度の応募状況を示す。応募者数は111名でWebとFaxによる応募が大半を占めている。

表2は学年別応募者数であるが、中学1年・2年生が大半を占めている。

表3は日時別の応募者数を示す。参加者数は2日間で108名(欠席者3名)であった。1日通して行なうテーマおよび半日ずつ2日にわたり行なうテーマもあり、延べ参加者数は132名となった。

表1. 応募状況

応募方法	Web	Fax	郵送	合計
応募者数	55	52	4	111

表2. 学年別応募者数

1年生	2年生	3年生	その他	合計
58	38	7	8	111

表3. 日時別の応募者数

7/25 (土)		7/26 (日)		合計
午前	午後	午前	午後	
30	31	38	33	132

<sup>1</sup> <http://www.tech.tsukuba.ac.jp/summer2009/index.html>

<sup>2</sup> <http://www.tech.tsukuba.ac.jp/community/index.html>

表4に応募者の所属中学校とその応募者数を示す。34の中学校(小学校2校を含む)から応募があり、所在地をみるとつくば市内が13校、近隣市町村が12校、県外が9校である。

表5には今年度の提供テーマと参加者数を示す。

表4. 応募者の所属中学校

学 校 名 (中学校)	応募者数	学 校 名 (中学校)	応募者数
つくば市立竹園東	18	阿見町立朝日	1
つくば市立並木	4	牛久市立下根	1
つくば市立吾妻	8	筑西市立下館西	1
つくば市立谷田部	3	守谷市立けやき台	2
つくば市立高山	3	つくばみらい市立伊奈東	2
つくば市立手代木	7	土浦日本大学中等教育	5
つくば市立谷田部東	3	常総学院中学校	2
つくば市立豊里	5	江戸川学園取手	2
つくば市立筑波東	1	我孫子市立久寺家	1
つくば市立筑波西	1	私立芝浦工業	1
つくば市立大穂	3	渋谷区松濤	1
つくば市立高崎	6	文教大学付属中学	1
茨城県立並木中等教育	18	渋谷教育学園渋谷	1
土浦市立土浦第一	1	田無第一	1
土浦市立土浦第二	1	益子町立益子	1
土浦市立土浦第三	1	千葉市立瑞穂小	1
土浦市立都和	2	三重大学附属小	2
		34校	111

表5. 2009年度提供テーマと参加者数

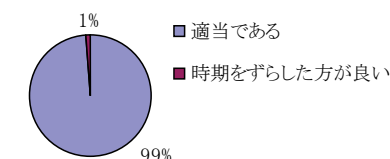
提供テーマ名 (16)	参加者 (108)
霧箱を作って放射線を見てみよう	9
地震に強い家を考えてみよう	6
CDで分光器を作り光の色を調べてみよう	3
身近な微生物(細菌、酵母、カビ)について調べてみよう	8
いろいろな電池を作ってみよう	5
パソコンを使って音で遊んでみよう	7
木はビミョウ	3
水路を使って実験しよう	2
LED(発光ダイオード)の使い道を調べてみよう	6
簡単な化学分析を体験してみよう	5
風力発電を実験してみよう	7
顕微鏡を使って赤血球・白血球・血小板を見てみよう	11
大きな結晶を作ってみよう	11
ペクチンを使ってデザートを作ってみよう	15
身近なもので布を染めてみよう	1
ピンホールカメラで撮影してみよう	6
独自テーマ	
1. 数について	1
2. 水中の小さな生物の動きを顕微鏡で観察する	2

## 2.3 参加者アンケート

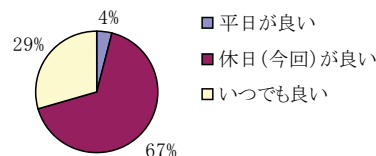
毎年、参加者にはアンケートの記入をお願いしている。アンケートの集計結果は、次年度の実施要綱や運営方針の検討資料としている。アンケートの設問は以下の7項目である。

- 開催時期について
- 開催日について
- 応募は誰が決めましたか
- アドバイスは役立ちましたか
- 説明は分かり易かったですか
- 取り上げて欲しいテーマや内容について
- 筑波大学の印象、イベントに参加した感想

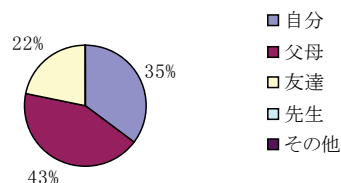
図1に設問a～eの集計結果を示す。



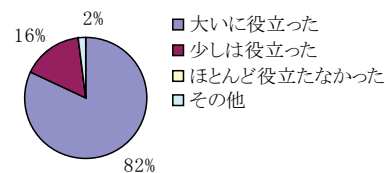
a. 開催時期について



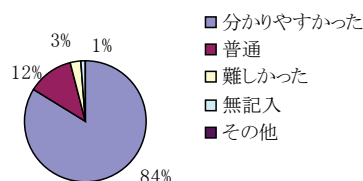
b. 開催日について



c. 応募は誰が決めましたか



d. アドバイスは役立ちましたか



e. 説明は分かりやすかったですか

図1. アンケート集計結果(設問a～e)

開催時期、および開催日については、ほとんどの参加者が「適当」と答えている。応募は誰が決めたかについては、「自分で決めた」が約 1/3 程度である。また、職員のアドバイスや説明に対しては、「難しかった」と答えた生徒も数名いたが、ほとんどが分かりやすく、「役に立った」と答えている。取り上げて欲しいテーマでは多種多様の希望が出ているが省略させていただく。次に筑波大学の印象や、イベントに参加した感想については、その一部を紹介する。

- ・とても楽しかったです。分かりやすい説明や資料をもらったので良かったです。仕事がとくに楽しかったです。
- ・実験や先生の話が分かりやすかったり楽しかったりと、とても良かったです。とても夏休みの自由研究に役立ちました。(2名)
- ・自由研究のテーマが見つかりやすくなった。来年も参加したいです。
- ・とても分かりやすく教えてくれた。最新の機械があり、とても楽しかった。筑波大学に入りたい。
- ・今回、参加してみて、先生方の話やアドバイスがとてもわかりやすかったことや、とても優しく気遣っていただいたことが印象に残っています。筑波大学で私も勉強したいです。
- ・担当の方々が、とても詳しく丁寧に教えて下さり、分かりやすかったです。
- ・今回のイベントでカビについて研究し、人間に良いカビを発見したいと思う。
- ・すごく分かりやすく、結晶作りのおもしろさも分かって、とても楽しかったです。
- ・ペクチンやジャムを作って果物の種類によつてのペクチンの量や性質が分かりました。糖の結合の仕方も1つの違いで全然違うものになってしまうことも知りました。たくさんの実験ができて楽しかったです。ありがとうございました。

### 3. 実行委員会の活動について

#### 3.1 実行委員会の立ち上げ

夏休み自由研究お助け隊の活動は、年度初めに予算の配分を確認し、実行委員代表が実行委員会を立ち上げるところから始まる。2009年4月、筆者は全学の技術職員に向けて「夏休み自由研究お助け隊2009」の実施についての周知を行ない、協力を呼びかけた。合わせて実行委員ならびにテーマ担当者等の協力者募集を行なった。そして表6に示すように実行委員として18名の方に協力をいただき、2009年度の実行委員会を設置することができた。4月末には第1回の実行委員会を開催し、実施に向けての準備がスタートした。

#### 3.2 作業スケジュールと活動状況

実行委員会の活動は、表7に示す実行委員会作業スケジュールをもとに進められた。このスケジュール表は、筆者が第1回実行委員会に案として提示し

表6. 夏休み自由研究お助け隊2009 実行委員

実行委員 [◎ 代表、○ 副代表] (敬称略)	
氏名	所属
◎中島 孝	システム情報工学等技術室
細谷智子	システム情報工学等技術室
高野昭子	システム情報工学等技術室
神戸昌幸	システム情報工学等技術室
○室井光裕	数理物質科学等技術室(物性・分子工学)
伊藤伸一	数理物質科学等技術室(物性・分子工学)
中原繁男	数理物質科学等技術室(電子・物理工学)
佐藤晶子	医学系技術室
櫻井秀子	医学系技術室
伊藤清子	医学系技術室
菅江則子	医学系技術室
林剛人丸	体育芸術系支援室
田所千明	生命環境科学等技術室(農林工学)
木澤祥恵	生命環境科学等技術室(応用生物化学)
有本光江	生命環境科学等技術室(応用生物化学)
大和良広	研究基盤総合センター技術室(応用加速器)
藤田宗則	システム情報工学等支援室
鈴木 勝	システム情報工学等支援室

たものである。この案をもとにワークショップ当日までの作業日程および作業内容について検討を行い、スケジュールを決定した。以下に活動の概要を記す。

#### 1) 第1回実行委員会(4月30日)

第1回の会議では、まずワークショップの日程と会場の検討を行なった。今年度の実施日は学内の他の行事日程を考慮して例年より1週間ほど早め、7月25日(土)、26日(日)とした。また、会場も第三エリア3B棟を主会場に実施することに決定した。

続いて以下の項目について検討を行い、参加者募集の公開、申込み受付の開始・締切りなどの日程や募集定員など、基本方針を決定した。

- ・実施要綱
- ・作業スケジュール
- ・経費の執行計画
- ・ポスター、リーフレットの基本デザイン
- ・提供テーマについて

#### 2) 第2回実行委員会(5月20日)

この会議ではテーマ担当者にも出席していただき、提供テーマの内容、およびリーフレットに記載するテーマの説明やWebページのテーマ紹介の内容など、提供テーマに関連した事項の確認を行なった。また、ポスターデザインの決定やリーフレット記載内容の検討、経費の執行方法の確認などを行なった。

表8には2009年度のテーマ担当者として参加いただいた方々を示す。今年度は2つの新設テーマで協力をいただくことができた。

#### 3) 第3回実行委員会(7月14日)

ここでは受付終了後の応募状況が確認され、一部受入れ人数などの調整も行われ、参加者が決定した。

表 7. 2009 年度実行委員会作業スケジュール

年月日	項目	内容	備考	参考資料
2009.4.10	実行委員等募集の案内	全学技術職員へのお知らせ、実行委員募集メール配信	代表・副代表の周知	
4.13	会場の仮予約		暫定：7月25、26日、3B棟2階、3階	
4.30	お助け隊2009第1回実行委員会	2009年度実行委員会結成、代表・副代表挨拶	書記、会計の選任	議事次第
		2009年度の経費について	執行計画	
		実施要綱2009、申込み用紙等の検討、まとめ	引継ぎ事項を考慮	2009案
		2009年度作業スケジュールの検討、調整		スケジュール案
		Web ページ 2009版の準備（開催日時、場所の掲示）	ウェブサイト管理委員会（Web担当者）	
		ポスター・リーフレットデザインについて	デザイン、掲載内容等（林氏に依頼）	2008版
5.01	協力依頼文書（副学名）の起案	起案用添付書類（実施要綱、申込書様式）を準備	シス情支援室に依頼（藤田室長補佐）	
5.07	関係副学長への挨拶、協力要請	鈴木理事（総務）、赤平理事（研究）	副学長名文書（担当：中島、室井）	
	テーマ担当者、協力者の募集	テーマ担当者・協力者の募集（啓蒙活動）	再周知	
5.08	協力依頼文書の配信	決裁後、関係部局宛配信		
	後援名義等使用申請書提出	つくば市教育委員会教育総務課		
	大学ロゴ入り紙袋手配	必要数を確認（120程度）	シス情支援室、入試課に相談、手配	
5.11	デジタルマイクロスコープ借用依頼		キーエンス・橋口氏に依頼（内諾の確認）	
5.15	提供テーマの募集締切	実施内容・資料等の整理	提供テーマの確保（15テーマ）	
5.20	<第2回実行委員会>	提供テーマ、担当・協力者リスト作成（テーマ検討WG）	提供テーマ、協力者の募集、促進	
	テーマ担当者会議（同時開催）	提供テーマ内容の最終確認・決定、リーフレット原稿（テーマごと）	Web 掲載情報検討	
5.29	ポスター、リーフレット原稿の編集終了	記載事項の確認	林氏一原稿最終チェック	
	中学校学年別人数確認	つくば市教育委員会教育総務課		
6.02	ポスター・リーフレット 印刷発注	ポスター：200枚、リーフレット6,500枚	配布数確認	
	Web ページへの公開へ（開催日程のみ）	技術職員Web、大学ホームページへの情報公開		
		協力スタッフの確認（再募集）		
6.11	ポスター、リーフレット発送（配布）準備	配布先リスト、封筒、宛先シール	参考（長形3号：100、マチ付：50）	
6.12	ポスター、リーフレット完成	ポスター、リーフレット仕上げ作業		
6.15	ポスター、リーフレット郵送（配布）		受講申込受付開始	
6.17	Webページへの公開へ（申込み情報）	技術職員Web、大学ホームページへの情報公開		
6.18	広報（定例記者発表）	リーフレット50部、ポスター2枚	日程確認	
		学内の関係部局にリーフレットを配布		
7.08	参加者受付締切	申し込み状況、（テーマ別参加人数）		
	参加者の日程・テーマの調整	参加者の受講日時・テーマ調整のため、個別に連絡		
7.14	<第3回実行委員会・スタッフ会議>	参加者のテーマ別割当、スタッフ役割分担、準備項目確認	テーマ担当者・協力スタッフ同席	
	緊急時の連絡体制、救急箱	緊急時の連絡体制を確認、救急箱の手配	救急箱・保健管理センターに予約	
	スタッフ振替休の取りまとめ	スタッフの所属部局に周知	シス情支援室より周知、依頼	
7.15	参加者への案内書類配布	発送手配（メール便）		
	案内板・掲示板等の設置確認	ポスター・掲示物準備		
7.21	傷害保険契約	傷害保険領収書	契約人数確認	
7.22	デジタルマイクロスコープ説明会			
7.22	案内書類の受理確認	案内書類未到着分の対応		
7.24	会場設営			
7.25	ワークショップ1日目			
7.26	ワークショップ2日目			
7.29		デジタル顕微鏡キーエンスに返送		
7.30		後援名義実施報告書		
7.30	<第4回実行委員会>	総括、実施状況報告、アンケートのまとめ		
	打上げ懇親会		経費執行完了後、企画室に報告	時期未定
10.	<第5回実行委員会>	経費執行状況、Webページ掲載内容（報告事項・写真）のまとめ	「全学技術職員委員会」への報告資料まとめ	
12.	<第6回実行委員会>	次年度への引継ぎ事項の検討、次期代表・副代表の推薦		
2010.2.	<第7回実行委員会>	引継ぎ事項のまとめ、次期代表・副代表の決定	「全学技術職員委員会」にて報告	

開催当日までの準備項目およびスタッフの役割分担などの確認を行い、主会場のテーマ配置についても検討した。会議終了後に会場の視察を行なった。

#### 4) 前日の準備

前日（7月24日）の準備では、参加者の受付や誘導などを担当する「当日スタッフ」にも参加していただき、テーマの配置など会場内の設営と構内道路や会場周辺の案内板設置など屋外の作業を行なった。

実行委員・テーマ担当者のほかに事務支援や技術職員 Web サイト関連の作業などに協力をいただいた方々を表9に示す。なお、夏休み自由研究お助け隊に関する事務処理（文書、経費など）では、システム情報工学等支援室の協力をいただいた。

以上が開催までの活動概要である。実際には各会議の日程や作業の内容に若干の変更が生じたものの、概ねスケジュール表のとおり順調に準備が進み、開催当日を迎えることができた。



表 8. 2009 年度テーマ担当者

テーマ担当者 (* テーマ主担当者、+ 実行委員兼務者) (敬称略)	
氏名	所属
*+ 伊藤伸一	数理物質科学等技術室(物性・分子工学)
* 伊藤達夫	アイトープ 総合センター技術室
渡邊 浩	アイトープ 総合センター技術室
前川路子	アイトープ 総合センター技術室
*+ 中原繁男	数理物質科学等技術室(電子・物理工学)
淀縄文男	数理物質科学等技術室(電子・物理工学)
*+ 室井光裕	数理物質科学等技術室(物性・分子工学)
山形朝義	システム情報工学等技術室
* 柏木保人	総務部環境安全管理課
福井智津子	医学系技術室
* 飯島英夫	生命環境科学等技術室(陸域環境研究センター)
* 飯高 稔	システム情報工学等技術室
小島篤志	システム情報工学等技術室
* 小野雅晃	システム情報工学等技術室
寺田秀雅	システム情報工学等技術室
* 中山 勝	システム情報工学等技術室
*+ 田所千明	生命環境科学等技術室(農林工学)
橋本 光	生命環境科学等技術室(農林工学)
*+ 木澤祥恵	生命環境科学等技術室(応用生物化学)
*+ 有本光江	生命環境科学等技術室(応用生物化学)
和田睦子	生命環境科学等技術室(応用生物化学)
*+ 佐藤晶子	医学系技術室
+ 櫻井秀子	医学系技術室
*+ 伊藤清子	医学系技術室
梶原典子	医学系技術室(生命科学動物資源センター)
文随和美	医学系技術室(生命科学動物資源センター)
長谷川賀一	医学系技術室
*+ 菅江則子	医学系技術室
* 大野良樹	医学系技術室
* 鷺野谷秀夫	体芸芸術系支援室

表 9. 当日スタッフ・協力者

当日スタッフ・協力者 (敬称略)	
氏名	所属
平田久子	数理物質科学等技術室(物理学)
鶴見 明	数理物質科学等技術室(数学)
小泉陽子	数理物質科学等技術室(化学)
樺山綾子	医学系技術室
清水雅浩	生命環境科学等技術室(地球科学)
鈴木秀則	システム情報工学等技術室
澤村博道	システム情報工学等技術室
川上 彰	システム情報工学等技術室
小島敏彦	システム情報工学等支援室
郡司晃一	システム情報工学等支援室

### 3.3 ワークショップ当日

ワークショップは、7月25日(土)、26日(日)の2日間、午前・午後 に計4回実施した。時間は2日間とも午前の部が9:00~12:00、午後の部が13:00~16:00である。各セッションの受付後に開会式を行い、

その中でテーマ担当者の紹介を行なった。開会式の後テーマ担当者と参加者が一緒に各講義室に移動し、ワークショップが開始された。今年度は主会場の第三エリア 3B 棟のほか、第二エリアの実験室1室、第1エリアの講義室1室、陸域環境研究センターを使用した。受付および開会式の様子を図2に示す。

例年、参加者の受講の様子を写真撮影している。撮影した写真はワークショップ終了までにプリントし、記念としてプレゼントしている。また、この写真は実施報告用としても使用している。

今年はケーブルテレビ(ACCS)や常陽新聞等の取材も受け、後日ワークショップの様子が放映、掲載され、学外にも広く紹介された。図3に、ワークショップ当日におけるテーマの実施風景を一部紹介する。

### 3.4 ワークショップ後の活動

ワークショップの実施後は、第4回実行委員会(9月1日)および第5回実行委員会(10月27日)を開催し、実施報告のまとめを行った。アンケートの集計、経費の執行状況、次年度への引継事項の他、技術職員 Web サイト・夏休み自由研究お助け隊のページに掲載する実施報告の内容についても検討した。また全学技術委員会への報告内容の確認も行なった。

2009年度実行委員会の活動は、2010年3月末までに次年度の実行委員代表ならびに副代表を選出して終了となる。また、この間に次年度の実行委員やテーマ担当者などのスタッフを確保するため、啓蒙活動を行なう。

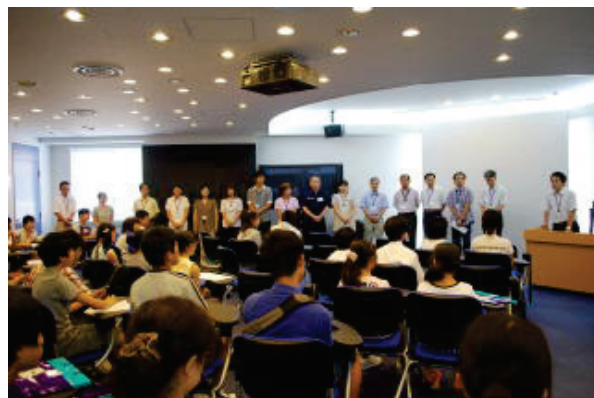


図 2. 受付および開会式の様子



霧箱を作って放射線を見てみよう



身近な微生物について調べてみよう



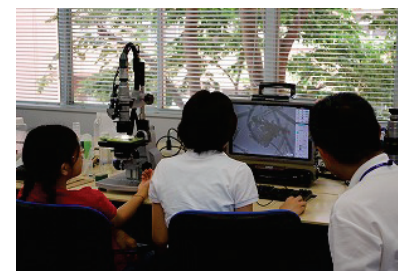
水路を使って実験しよう



大きな結晶を作ってみよう



ペクチンを使ってデザートを作ってみよう



独自テーマ（水中の小さな生物の動きを顕微鏡で観察する）

図 3. 実施風景

#### 4. 最後に

夏休み自由研究お助け隊は、昨年同様 100 名を超える参加者があり、盛況のうちに実施することができた。そして参加者アンケートでも紹介したとおり、「分かりやすく教えてもらいとても楽しくできた」、「自由研究にとっても役に立った」、「筑波大学に入って勉強したくなった」などのコメントも多く、大変好評であったと言える。また、参加者の中には自由研究の成果をまとめて科学研究作品展に出展し、金賞（土浦市）、銀賞（つくば市）、入賞（千葉市）を受賞した生徒もあった。こうした朗報はスタッフにとっても、大変うれしいことである。そして次回への意欲にもつながるものである。

今年度は 16 の提供テーマを設定したが、今後も中学生が自由研究に取り組み易いように、なるべく多くのテーマを用意して実施したいと考えている。そのためには、現在のテーマ数を維持することはもちろん、新しいテーマの開発も重要であり、テーマ担当者の確保も不可欠である。夏休み自由研究お助け隊の運営に係わる者として、今後も夏休み自由研究お助け隊を継続していくために、一人でも多くの技術職員に協力をいただけるよう、お願いしたい。

#### 5. 謝辞

最後に、運営に協力をいただいた実行委員・テーマ担当をはじめ、事前の準備、開催当日の受付や真夏の屋外での参加者誘導などワークショップ実施に協力をいただいたスタッフの方々、ならびに事務関係の支援をいただいたシステム情報工学等支援室の方々へ感謝申し上げます。また、ご多忙中にもかかわらず「独自テーマ・数について」で参加した生徒を熱心にご指導下さった、数理物質科学研究科数学系の伊藤光弘先生に心よりお礼申し上げます。そして経費の確保や広報関係の対応などで支援をいただいた、大学執行部、企画室、広報室の方々にもお礼申し上げます。

#### 参考文献

- [1] 齋藤静夫, 「夏休み自由研究お助け隊 2004」ワークショップについて, 筑波大学技術報告, No.25 (2005) 21-23.  
<http://www.tech.tsukuba.ac.jp/2004/report/06-Shizuo Saito-2005-web.pdf>
- [2] 伊藤清子, ほか 「夏休み自由研究お助け隊 2008」: 医学系からテーマを提供して, 筑波大学技術報告, No.29 (2009) 55-59.  
<http://www.tech.tsukuba.ac.jp/2008/report/12-Ito Seiko-Sugae report 2008. pdf>

# Report on the 2009 Summer Workshop for junior high school students: A report on its conduct and the activities of the Executive Committee

Takashi Nakajima

Technical Service Office for Systems and Information Engineering, University of Tsukuba,  
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

The Executive Committee for the University of Tsukuba's 2009 Summer Workshop for junior high school students conducted a workshop for junior high school students on the 2009 Summer Workshop for junior high school students. The workshop was held on July 25 and 26, 2009 (Sat. and Sun.). The 2009 Workshop had 108 participants from 34 junior high schools in the City of Tsukuba and outside Ibaraki Prefecture. With the guidance of a supervising technical official, participants worked earnestly on 16 original research topics and open-ended research topics which the Executive Committee provided. This event was funded by the University of Tsukuba's fund to support social contributions and marks the 6<sup>th</sup> anniversary of the Workshop, which started in 2004.

**Keywords:** 2009 Summer Workshop for junior high school students; University of Tsukuba; Executive committee

# 医療科学類の実習支援

木内 美紀、丹波 道子、乾 左徒子

筑波大学医学系技術室

〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

医療科学類に実習支援担当の技術職員が配置されてから今年で6年目となる。実習支援以外にも様々な仕事をしており、その業務内容について報告する。

**キーワード：**筑波大学医学系技術職員、医療科学類実習担当、実習支援

## 1. はじめに

医療科学類は臨床検査技師養成の教育課程を持ち、教育目標を「医科学領域の研究・教育を推進する人材や新たな技術の開発とその実践にかかわって高度専門医療を担う人材の育成」と掲げている。この学類の実習は4つの系（病原系・形態系・分析系・機能系）に分かれて行われており、3学年で実施される実習は年間21科目あり、そのうち17科目の実習を支援している。医療科学類の実習では1単位が45時間で、総時間数は約900時間となる（表1）。現在3名の技術職員が配置されており、科目ごとに担当者をおいて実習支援業務にあたっている。この内の2名は、週一回、研究支援業務も兼務している。

表1. 各実習の時間数内訳一覧

学年	学期	実習科目名	時間
1	2	物理学実験	45
		化学実験	45
		生物学実験	45
		人体構造学実習	45
	3	生化学実習	45
		人体機能学実習	45
		微生物学実習	45
2	2	医用工学実習	45
		医学検査学実習	45
		血液学実習	45
		生化学成分検査学実習	45
	3	病理組織学実習	45
		生理機能検査学実習	45
		生化学成分検査学実習	45
		病理組織学実習	45
3	1	生理機能検査学実習	45
		凝固・線溶学実習	45
		免疫検査学実習	45
		遺伝子工学実習	45
	2	病原微生物学実習	112.5
		RI検査学実習	30
		臨床薬理学実習	45
		輸血学実習	45
		画像検査学実習	45

実習室は短期大学部衛生学科の開学当初からのものがそのまま使用されている。実習支援要員は医療科学類への改組に伴い副研究科長（直接的には学類長）のもとへ配置された。新しい組織が立ち上がった当初は支援の方向性が定まらず苦労や困惑が多々あった。しかし、それほどの“縛り”もなかったため、試行錯誤を重ね、より良い支援方法を探りながら実習支援を進めている。

## 2. 業務内容

### 2.1 実習書作製

1年次から3年次（年間5種類）の実習書を3月と7月の2度に分けて作製している。1冊あたり、平均100ページで総作製部数は学生・教員・技術職員と保管分を合わせて約300部となる。

実習担当教員から届いた原稿について誤字脱字、記載の誤りや見づらい図がある場合は、教員に問い合わせ・確認の上、了承を得て訂正をしている。校正終了後、人数分のコピーをして綴じ、製本カバーと背表紙をつけて完成させる。出来上がった実習書を実習担当教員と学生に配付する。

2年前からコピー用紙の削減、リサイクルできるファイルへの移行を試みており、同意を得られた教員に対しては担当科目頁のみをファイルに綴じて配付している。また、他の実習内容を把握したい教員のために、各実習室には全実習書を綴じたファイルを置いている。これにより以前より10%程のコピー用紙が削減され、簡易製本カバー代が節約された。

### 2.2 実習支援体制

実習が始まる3ヶ月前に、実習担当責任教員に支援の有無と支援内容についてのアンケートをとり、科目毎に支援担当者を決める。実習1科目につき1名の担当者を基本的に配置している。しかし、医療科学類の実習カリキュラムは集中実習と週に1~5回、変則的に行われる実習が複雑に混在しているため、1科目に1名の配置では実習支援が困難な場合がある。その場合には、科目の担当者を部分的に変更することや、他の2名が実習補助に付くなどの調整を行い、支援の充実を図っている。

### 2.3 実習準備と実習中の支援

担当者が決まり次第、実習担当教員との打ち合わせをおこなう。次に必要な物品・試薬の発注、機器の動作確認等、時間を要するものは打ち合わせを待たず先行して進めておく。

1年次から3年次の実習場所は基本的には医療科学類にある病原系・形態系・分析系・機能系の4つの



実習室を使用する。RI 検査学実習と人体機能検査学実習はそれぞれ大学の中地区にあるアイソトープ総合センター、医学類の物理実習室を借りて実施されるので、そこまで出向いての準備と実習支援になる。

### 1. 準備

実習で使用する試薬や検体の調製や分注を実習当日の午前中までに準備しておく。試薬や検体のチェック、または実習自体の整合性の確認をするための予備実習など、かなり以前から準備をするものもある。細菌の菌株や植物などの継代・保存は、実習期間に関わらず年間を通しての準備となる。

### 2. 本実習

実習中の支援は、試薬調整の指導、試薬の配布、実験器具・機器のセッティング、機器の使用説明・指導、実験器具類の洗浄～片付けの指導などをおこなう(図 1.2.)。試薬調整や洗浄～片づけは通常、学生がおこなうが、実習時間に制限があるため、事前準備や時間のかかる準備、遅くなった時の片付けなどは技術職員がおこなっている。

医療科学類の実習支援担当者全員が研究支援業務からの異動配置であることから、以前の各研究室で得られた知識・技術を医療科学類での実習支援に生かしている。それぞれの得意分野が違うため、お互いの知識や技術を教えあうこともある。



図 1.実習中の業務風景



図 2.実習中の業務風景

## 2.4 学生の指導

医療科学類の実習は、『準備段階から最後の片付けまでを学生自ら実施することが基本』としていることから、ほとんどの実習では、学生の“当番班”を設置して、実習当日の準備および片付けをしてい

る。特に実験器具の使用方法や洗浄の仕方～片付けは1年次に徹底して教え込むため、実習科目によっては実習日の翌々日まで当番班が実習室に来て、洗浄と片付けについて技術職員から指導を受ける。また4年次からは研究室での卒業研究、卒業後の進路としては、大学院への進学や病院検査部に就職する者が多い(図 3.)。それを踏まえて、『実習・実験室でのマナーや心得、基本的な操作・作業の修得』を念頭に置き、学生指導にあたっている。

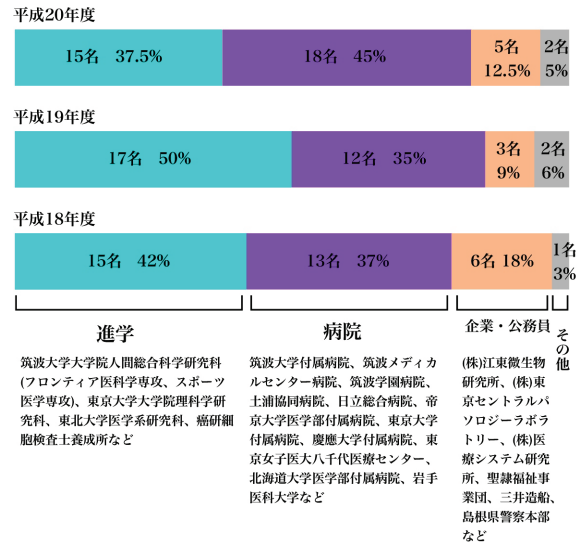


図 3. 医療科学類卒業生の進路

## 2.5 実習経費の管理

実習経費は医療科学類の年間予算から支出され、運営委員会で承認された後、実習科目毎・実習室毎に配分される。経費が各科目の配分枠内で収まるように、各科目担当者は、実習担当教員に相談し、物品を発注し購入している。

これまでは実習毎に試薬を購入してきたが、試薬等が年々値上がりしてきたので、実習科目や実習室を越えて試薬・機器をシェアすることにより予算内で実習が実施できるように努めている。

数が絶対的に不足し購入が必至の機器・器具類などについては、優先順位をつけておき、年度末に購入してきた。しかし、大型・高額機器(耐用年数を越えて使用しているものがある)については、簡単には更新できず、今後の実習運営で憂慮すべき問題となっている。

会計帳簿は担当科目ごとに作成・記入し、FAIR(財務会計システム)に入力する。帳簿は手書きとエクセルファイルの両方を作成してダブルチェックしている。3人が個々に入力する際に出る可能性がある、書き忘れ、入力・計算ミスをこの方法で防止している。年度末には全員で帳簿のチェックを行い、管理を徹底している。

## 2.6 実習室・機器・試薬の保守と管理

以下の1~3の業務はそれぞれに担当者をおいている。一昨年より2年ごとの輪番制とし全員が仕事全体の流れを理解する体制を作っている。

1. 実習書作製や支援アンケートに関わる、教員との連絡・取りまとめなど
2. 廃液搬出、廃棄試薬の申請と実施、不要試薬リスト作成と分別作業、安全管理委員など
3. 局所排気装置の風力測定などの環境管理等

実習室・準備室の鍵の管理をしており、鍵の返却時間が遅い時は返却場所が施錠されていることがあるため、鍵の返却ボックスを設置し使い勝手をよくした。

機器や器具類は、使用前のチェックと使用時の不具合の情報を集めて、修理や部品交換などを行う。実習中に不具合が生じた場合は、その実習担当者か手の空いている者が動作確認をおこない、業者との連絡や部品の発注をする。多種多様な機器が数多くあるため、各機器の専任担当者はあえて決めず、依頼書等は情報共有のためにファイルにしておき、機器の修理等の履歴を把握できるようにしている。

技術職員が配置された当時、実習内容が変わったこともあって大量の試薬が棚に置かれていた。これらを共通試薬として整理、利用するため、3年ほど前から不要試薬・リサイクル試薬・廃棄試薬の分別を進めてきた。これまでに処分した数は500本近くにのぼり、今年度も既に1000本以上の試薬リストが作成されており、今後も分別作業を進めていく。

## 2.7 その他の業務

その他の業務として次のことが挙げられる。

1. 教員からの依頼で学類の入学案内や学群のパンフレット等の作成時に使用する実習風景の撮影
2. 他学類の支援業務として、医学類のOSCE、看護学類のOSCEと実習中のビデオ撮り
3. 教務への支援業務
  - ① 年4回ほど実施される入試では、前日の試験会場の設営・当日の学生誘導係や連絡員係・試験会場の復元を行う等の支援
  - ② 大学説明会においては、事前の配布資料の袋詰め・前日の会場準備・当日の受付や誘導を行う等の支援

## 3. 実習室の環境整備

実習室は、短期大学部時代に教員の実験室を兼ねていた。そのため技術職員の配置される前には実習では使用しない・使用出来ない試薬や機器類が、実習室／実験室に雑然と置かれていた。実習室では約40人の学生が一斉に作業を始め、ガスバーナーやガラス器具、毒・劇物試薬も使用するので、当時の乱雑な物の置き方では実習中の事故に繋がる可能性があった。そのため実習を安全に機能的かつ効率的に実施するために、試薬・機器の要・不要を見定め、室内に改めて配置することにした。

整理の手順として、現在の実習では使用しない機器や器具類の使用可否を確認した後に、使用可能なものに関しては、関係する教員に使用の有無を聞き取り調査し、使用責任者を明確にして再配置する。また、特定できない動物検体などは、しばらく期間

を置いた後、所有者のいないことを確認し処理する(図4)。

技術職員が配置される以前は実習室を統一管理することがなかったため、退官や異動で離職した教員の試薬・機器等は処分・整備されないまま放置されていた。多数の人が出入りする実習室の物品は責任の所在がはっきりしないことが多く、管理があいまいになりやすい。今後も必要なものについては、管理者を配置し、実習室の保守・管理を徹底していく。



図4. 冷凍庫内に放置された動物検体

## 4. 今後の課題

4年制の学類教育がスタートして7年が経過したが、昨年度あたりから実習の時間割や内容が固定化してきており、支援する科目の担当者について大きな変更はない。同じ科目の担当を続けることのメリットは、実習内容に熟知し前年度の実習資料を参考に、スムーズな実習構築ができることである。しかし、その担当者が急に不在となった場合、別の担当者が同レベルの支援を行うことは容易ではない。今後、いかなる事態が生じて、実習が円滑に進むように、業務を常に点検しておく必要がある。

また、来年度以降に4B棟の建物の改修が予定されているので、それに備えて実習室の整理・整備に更に力を入れていかなければならない。

## 5. おわりに

技術職員3名が医療科学類に配置されてから4年目を迎え、私達なりに支援業務を拡大してきたが、実習支援のあるべき姿を考えると、まだまだ検討の余地はある。学生実習は毎年基本的内容の繰り返しが多く、最新の医学知識に触れることは少ない。教育支援の創意工夫のための情報が入りにくい、研究支援業務を兼務している2名がこの点をカバーしている。研究室とのネットワークを通して、キットや試薬、機器等の最新情報の入手や教員からの専門的なアドバイスを受けることができる。また機器の借用や不要試薬等の譲渡などの恩恵を受けることもある。今後もこのようなパイプを大切にしていきたい。

実習中は予想外のトラブルが多く、臨機応変かつ迅速な対処が要求されるが、何時も冷静で柔軟な対応を心掛けたい。

## Practicum support in the School of Medical Sciences

Miki Kiuchi, Michiko Tamba, Satoko Inui

Institute of Medical Science, Technical Service Office for Medical Science, University of Tsukuba,  
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8575 Japan

This year marks the sixth year since a technical official was assigned to supervise practicum support in the School of Medical Sciences. The official performs varied tasks besides practicum support, as is revealed in this report on the work this official does.

**Keywords:** University of Tsukuba; Technical official; School of Medical Sciences; practicum support

# 脱灰操作が神経組織に与える影響（電子顕微鏡生物試料作製法より）

坂本 順子、井坂 由美、秦泉寺 裕子

筑波大学医学系技術室

〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

灌流固定されたラットから肋骨とそれに沿って走る肋間神経を含む組織を取り出して脱灰操作をおこなった。その後、透過型電子顕微鏡（電顕）用試料作製を施し組織を観察した。脱灰液の種類や温度設定の違いにより神経組織にどのような影響があるかを有髄神経に注目して比較検討した。

キーワード：脱灰操作、電顕生物試料作製法、有髄神経

## 1. はじめに

組織標本作製において骨組織や多量のカルシウム塩が沈着した硬組織は、そのまま包埋したのでは包埋剤の浸透が悪く薄切が困難であるため、包埋前に脱灰操作がおこなわれる<sup>[1]</sup>。

脱灰操作は硬組織の観察目的のみならず硬組織に囲まれた軟組織を観察する目的で行われる場合がある。つまり、周りの硬組織を取り除かなければ観察できない場合にも利用されるのである。しかし、一般に使用されている脱灰液は強酸が使われることが多く、しかも、脱灰操作には少なくとも一週間以上を要するため組織に与えるダメージも大きいと予想される。

## 2. 方法

サンプル：8週令 SD ラットの胸部組織  
（肋骨、肋間神経、ほか）

### 2.1 前固定（灌流固定）

灌流固定は目的臓器や組織を、支配する血管を介して固定液を流す方法で、動物の死以前に固定を始め、死後に生じる細胞の構造変化を少なくし、諸臓器の深部まで固定液を迅速かつ比較的均等に浸透させることができる<sup>[2]</sup>。

灌流器具は輸液セットを用いて、容器とラットの高さの差（重力）を利用して灌流圧を負荷する装置を使用した。

準備するもの

輸液バッグ、輸液セット、注射器、麻酔薬、抗凝固剤、解剖用具

灌流用洗浄液：5U/ml ヘパリン溶液（0.1M-リン酸緩衝液 pH 7.4）

灌流用固定液：4%グルタルアルデヒド（0.1M-リン酸緩衝液 pH 7.4）

実際の方法

- 1) 麻酔：ラットの腹腔内にネブタール（50 mg/ml）を1 ml 注射する。
- 2) 開胸：出血しないように留意し開胸して心臓を露出させる。
- 3) 留置針の挿入と血管洗浄：左心室から大動弓に20 G の留置針を挿入し血液の逆流を確認後、針を抜き空気が入らないように注意しチューブを接続する。洗浄液の灌流を開始し右心耳の一部を切り洗浄液の排出口を作る。200 ml の灌流用洗浄液を流す。
- 4) 固定液注入：血管洗浄後、三方活栓を切り換え灌流用固定液を200 ml 流す。
- 5) 組織の摘出と追加固定：灌流固定終了後、胸部組織を摘出し灌流用と同じ固定液で2時間、浸漬固定した。

### 2.2 脱灰操作

肋間神経は肋骨に沿って走行しているので、前固定されたラットの胸部組織を肋骨単位で切り分けた。

脱灰液

- ① 22.5% (v/v) ギ酸・10% (w/v) クエン酸ナトリウム液 (MORSE)
- ② 4.13% エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム EDTA-2Na 液 pH 7.4 (Warshowsky)

脱灰操作群

- 1) 第V肋骨⇒ギ酸・クエン酸ナトリウム液、常温
- 2) 第VI肋骨⇒4.13% EDTA-2Na 液、常温
- 3) 第VII肋骨⇒ギ酸・クエン酸ナトリウム液、4℃
- 4) 第VIII肋骨⇒4.13% EDTA-2Na 液、4℃
- 5) 第IX肋骨⇒未処理

実際の方法

ナイロン製のサンプルパックに入れた肋骨をそれぞれの脱灰液を満たした容器に入れ、ゆっくりと液を攪拌させた。

我々は電顕試料作製に使用されるローテーターに容器を括りつけておこなった。4℃でおこなう場合、冷蔵庫の中にローテーターを設置し運転した。脱灰液は2日毎に新しい液と交換した。組織をカミソリ刃で試し切りして、骨が周りの組織と同じ感触で抵抗なく切れるようになれば脱灰終了とした。今回は8日間で脱灰操作を完了した。



## 2.3 後固定・樹脂包埋・重合

組織から肋骨を切り離し、なるべく余分な筋組織を取り除いた。肋間神経の部分を1×1×2 mmの大きさに細切し試料瓶に移して0.25M-ショ糖液で洗浄したあと、後固定を施した。樹脂包埋に至るまでの操作はローテーターで試料瓶を回転させながらおこなった。

準備するもの

試料瓶、パスツールピペット、ローテーター、包埋板、恒温器 (37°C, 45°C, 60°C)

- ① 0.25M-ショ糖液 (0.1M-リン酸緩衝液 pH 7.4)
- ② 0.1M-リン酸緩衝液 pH 7.4
- ③ 2%四酸化オスミウム液 (0.1M-リン酸緩衝液 pH 7.4)
- ④ 脱水用エタノールシリーズ (50%, 70%, 80%, 90%, 95%, 99.5%)
- ⑤ 酸化プロピレン (PO)
- ⑥ 包埋樹脂: エポキシ樹脂 (Poly/Bed 812, DDSA, MNA, 加速剤 DMP-30)

実際の方法

- 1) 後固定: 2%四酸化オスミウム液、4°C、2時間
- 2) 洗浄: 0.1M-リン酸緩衝液、室温、15分×2回
- 3) 脱水: 50%、70%、80%、90%、95%エタノール、室温、各20分  
99.5%エタノール、室温、20分×3回
- 4) 置換: 酸化プロピレン、室温、20分×3回
- 5) 樹脂浸透: PO とエポキシ樹脂の混合液 (1:1, v/v) 室温、18時間→PO とエポキシ樹脂の混合液 (1:3, v/v) 室温、18時間→純エポキシ樹脂、室温、18時間→新しく作った純エポキシ樹脂、室温、6時間
- 6) 樹脂包埋: 新しく作った純エポキシ樹脂をシリコン包埋板に注ぎ、その中にサンプルを包埋
- 7) 重合: 37°C恒温器 12時間、45°C恒温器 12時間、60°C恒温器 48時間

## 2.4 準超薄切片の作製・染色

重合硬化した樹脂ブロックから準超薄切片を採取しトリジンブルー染色を施す。これが超薄切をする際、トリミングの参考となる。ミクロトームはライヘルトユング社製のウルトラミクロトームを使用した。

準備するもの

スライドガラス、ホットプレート  
染色液: 0.1%トリジンブルー液

実際の方法

- 1) 切片採取: 0.5 μm の準超薄切片をスライドガラスに採取
- 2) 乾燥: ホットプレート上
- 3) 染色: 0.1%トリジンブルー染色液、加温 (約70°C)
- 4) 洗浄: 蒸留水で流水洗
- 5) 乾燥: ホットプレート上
- 6) 観察: 光学顕微鏡 (光頭) で観察

## 2.5 超薄切・電子染色

有髄神経の部位から90 nmの切片を超薄切し、グリッド上に採取して電子染色を施した。

超薄切片の電頭像は組織に結合した重金属と樹脂との相対的なコントラストの差として蛍光板上に表現される。生物組織の大部分は無染色ではほとんどコントラストが生じないため、重金属による染色を施すことにより観察に適したコントラストを得ることができる<sup>[2]</sup>。

染色液

- ① ウラン染色液: 5%酢酸ウラン水溶液
- ② 鉛染色液: クエン酸鉛液 (Reynolds 法)

実際の方法

超薄切片の付着したグリッドの端をグリッドスティックに接着させ、それを染色液が入った試験管に挿入して染色をおこなった。

- 1) ウラン染色: 15分
- 2) 洗浄: 蒸留水×4回
- 3) 鉛染色: 2.5分
- 4) 洗浄: 蒸留水×4回
- 5) 乾燥: ドライヤーで温風乾燥

## 2.6 電頭観察

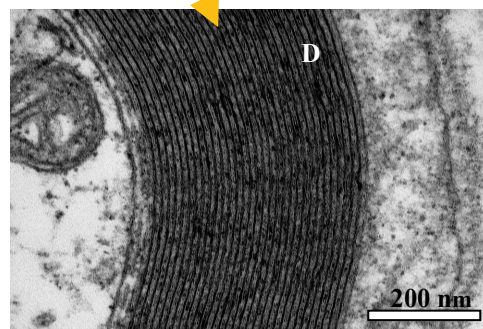
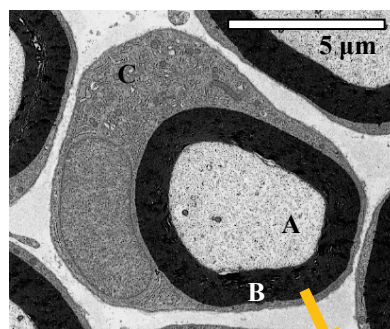
観察: 透過型電頭 (日立 H-7000)

撮影倍率: 2000倍、5000倍、70000倍

<参照>

末梢神経線維の髄鞘について

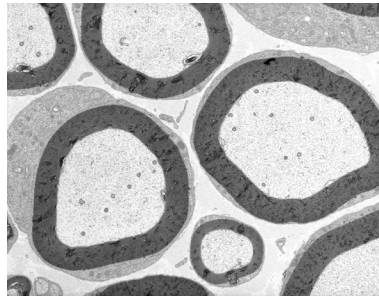
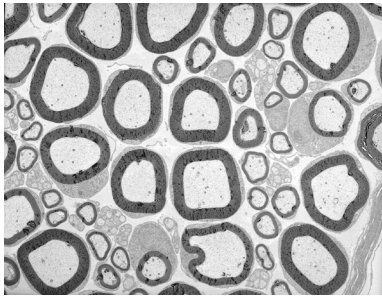
神経線維には、有髄と無髄の2種類がある。有髄神経線維は横断面で見ると軸索 **A** (明るい中心部)、髄鞘 **B** (黒い輪) とそれらを包むシュワン細胞 **C** が見られる。髄鞘は暗い線と明るい線が厳密な規則性をもって同心円状の輪 **D** を作っている。



# 有髄神経線維の電顕写真

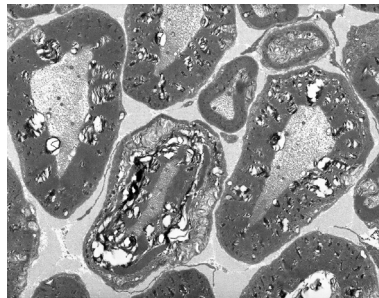
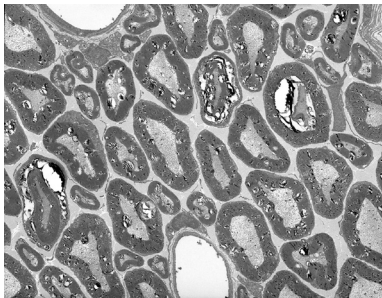
10  $\mu$ m

4  $\mu$ m



未処理

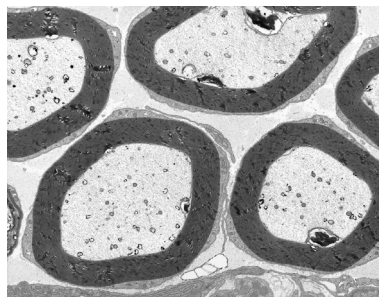
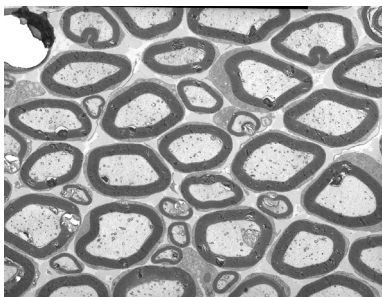
髄鞘の乱れはほとんど見られない



1) ギ酸・クエン酸ナトリウム液

常温

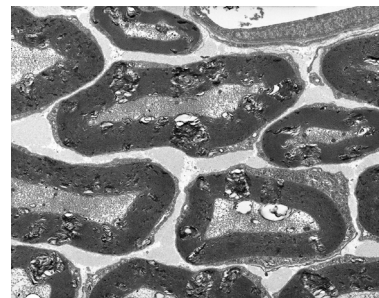
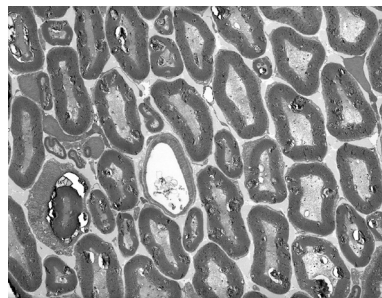
髄鞘の乱れ、壊れの頻度が高い  
変形が見られる



2) 4.13%EDTA-2Na 液

常温

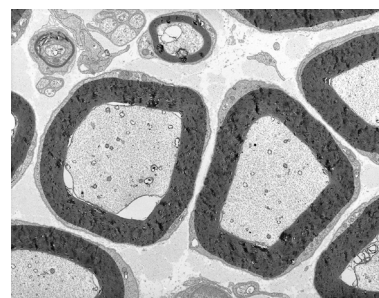
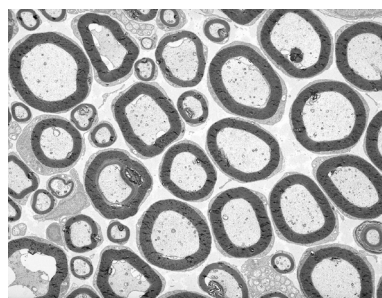
髄鞘の乱れは少し見られる



3) ギ酸・クエン酸ナトリウム液

4°C

髄鞘の乱れの頻度は高いが  
常温より壊れがやや少ない  
変形が見られる



4) 4.13%EDTA-2Na 液

4°C

髄鞘の乱れは少ない

### 3. 結果

有髄神経の美しい電顕写真をとることは、大変難しい。脱灰操作をしない一般的な試料作製がなされた神経組織においてもミエリンの乱れはある程度観察される。

本実験では、神経組織に脱灰操作を試みるという特異なケースである。その影響を有髄神経に注目して観察した。光顕レベルでは組織の膨化がほとんど起こらないとされるギ酸を使った MORSE の脱灰液であるが、強酸の影響が電顕観察にまで拡大すると髄鞘の乱れ、壊れが多く観察された。とくに、常温で脱灰操作を行った場合は影響が大であった。通常、電顕試料作製で使用される EDTA 液の場合、未脱灰のコントロールに近い組織像であったが、4°Cで行った方がより影響が少なかった。

予想通りの結果であったが、視覚的にそれを確認できたことは有意義であった。また、同一個体から採取したサンプルを使うことにより固定条件を一定にできた。そのことで、脱灰操作以外の影響因子をなるべく少なくしてダメージの程度を比較することができた。

この結果より、脱灰操作の影響が少なからずあることが確認された。硬組織以外に脱灰操作を加えることは避けることが望ましいが、どうしても避けざるを得ない場合は脱灰液を選択しその影響を最小限にとどめることが望ましい。

### 謝辞

本報告を行うにあたり実験動物サンプルの提供にご協力いただきました本学臨床医学系麻酔科福田妙子講師に感謝いたします。また、報告書執筆にあたりご助言、ご協力いただきました医学系技術室、大野良樹技術専門官に感謝いたします。

### 参考文献

- [1] 佐野豊 著. 組織学研究法, 南山堂 (1979)
- [2] 医学・生物学電子顕微鏡研究会編集. 平野 寛, 宮澤郎 監修, よくわかる電子顕微鏡技術, 朝倉書店(1996)
- [3] 日本電子顕微鏡学会関東支部編. 電子顕微鏡生物試作製法, 丸善 (1975)
- [4] W.Kahle, H.Leonhardt, W.Platzer. Taschenatlas der Anatomie für Studium und Praxis, Band 3: Nervensystem und Sinnesorgane. 人体解剖図説III, 神経系と感覚器, 越智 淳三=訳, 文光堂
- [5] Dr.R.V.KRSTIĆ, Professeur associé, Université, de Lausanne, Institut d'Histologie et d'Embryologie, CH-1011 Lausanne, Switzerland 1935, 立体組織学図譜,II 組織篇, 藤田 恒夫 監訳, 高橋 偉子, 新井 昌史, 中村 茂樹, 相馬 孝博, 牛木 辰男, 西村書店

## Effects of decalcification on nerve tissue (from Methods of Electron Microscopy for Biological Specimens)

Junko Sakamoto, Yumi Isaka, Yuko Jinzenji

Technical Service Office for Medical Sciences, University of Tsukuba,  
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8575 Japan

Tissue including intercostal nerves that run along the ribs and the ribs themselves were removed from perfusion fixed rats and decalcified. Specimens were subsequently prepared for electron microscopy and the tissue was observed. The effects of different types of decalcifying fluids and temperature settings on nerve tissue were compared with a focus on myelinated nerve fibers.

**Keywords:** decalcification ; Methods of Electron Microscopy for Biological Specimens ; myelinated nerve fibers

# 蛍光標識抗体の組み合わせによる測定値への影響

## ーフローサイトメトリー測定による赤血球 CD59 発現の偽陰性化ー

佐藤 晶子、加藤 奈津子、福井 智津子、櫻井 秀子

筑波大学医学系技術室

〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

### 概要

細胞表面抗原の分析には、フローサイトメトリーによる測定が広く用いられている。今回、赤血球膜蛋白に特有な CD235a と補体制御膜蛋白 CD59 との 2 カラー分析において、FITC 標識抗体と PE 標識抗体の組み合わせの違いで、赤血球 CD59 の測定値が著しく乖離し、CD59 発現の低下を経験した。

PE 標識 CD59 (CD59-PE) 抗体と FITC 標識 CD235a (CD235a-FITC) 抗体の 2 カラー測定では、健常人も含めて、赤血球 CD59 の平均蛍光強度が減少し陽性率の低下が認められた。また、抗体の反応順に関わらず CD59-PE 抗体を先に反応させた条件においても、CD59 陰性赤血球の増加を認めた。これは、CD235a-FITC 抗体との組み合わせが、CD59-PE 抗体の特異的結合に対して阻害的要因となり、赤血球 CD59 発現の偽陰性化になったと推察された。

2 カラー分析には、CD59-PE 抗体と CD235a-FITC 抗体の二重染色より CD59-FITC 抗体と CD235a-PE 抗体の組み合わせを選択すべきと思われた。

多重染色によるフローサイトメトリー測定では、稀ではあるが、今回のように標識抗体の組み合わせの影響で負の誤差を及ぼす場合があることを考慮しながら、蛍光標識試薬の組み合わせは慎重に選択すべきと思われた。

キーワード：FITC、PE、CD59、CD235a

### 1. はじめに

フローサイトメトリーによる分析は、溶液中に浮遊した細胞や粒状物質を対象として、フローセルの中を通る 1 個 1 個の細胞にレーザー光が照射され、多種類の検出器による測定で、目的の細胞を絞り込み、精密な解析を行うことができる特徴がある<sup>[1]</sup>。

一般的に細胞表面抗原の分析には、蛍光を発する物質で標識した抗体等を用いて、単一染色や多種類の抗体による多重染色が行われる。蛍光物質には多くの種類があり、それぞれに特有の励起波長と蛍光波長を持ち、光のエネルギーを吸収して励起され基底状態へ遷移する時に励起波長よりも長い蛍光を発する。488 nm のレーザー光で励起され、519 nm にピーク蛍光波長の FITC (fluorescein isothiocyanate) や 578 nm にピーク蛍光波長の PE (phycoerythrin) の蛍光色素等がある。蛍光標識抗体は、反応する抗原量に比例して特異的に結合し、標識蛍光色素の量

に比例して蛍光を発するため、その蛍光を検出して、蛍光 (抗原量) の定量的分析が行われる。

### 2. 目的および測定法

赤血球の識別には、CD235a 抗体が一般的に用いられている。今回我々は、補体制御膜蛋白の 1 つである CD59 抗体<sup>[1-4]</sup>と CD235a 抗体との 2 カラー測定において、FITC 標識抗体と PE 標識抗体の組み合わせの違いで、赤血球 CD59 の測定値が著しく乖離し CD59 発現の低下を経験した。

FITC 標識抗体と PE 標識抗体による 2 カラー測定は通常行われており、稀な蛍光標識抗体の組み合わせによる阻害的反応と考え、シングルカラー分析結果と対比しながら検討を試みた。

#### 2.1 対象

健常人 3 名、CD59 陰性血球を僅かに認める症例 1 名、発作性夜間ヘモグロビン尿症 (paroxysmal nocturnal hemoglobinuria, PNH) 1 名を対象者とした。測定には、EDTA 採血の末梢血液を用いた。

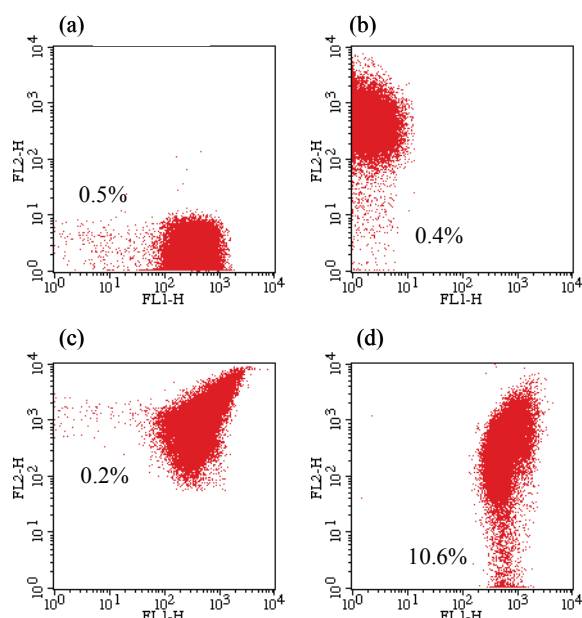


図 1. フローサイトメトリーによる赤血球 CD59 測定例. CD59 陰性血球を僅かに認める症例. (% = CD59<sup>+</sup>赤血球) (a) CD59-FITC 分析. (b) CD59-PE 分析. (c) CD59-FITC / CD235a-PE 分析. (d) CD59-PE / CD235a-FITC 分析



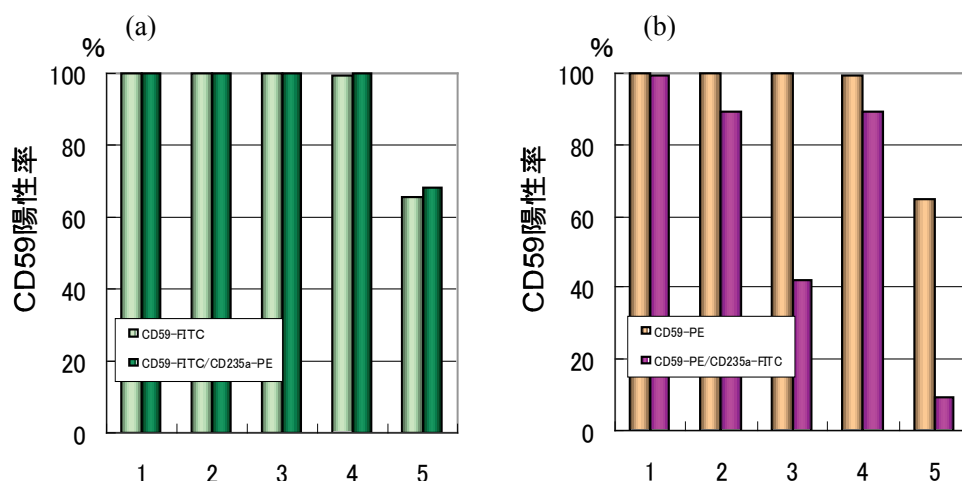


図2. フローサイトメトリー測定による赤血球 CD59 陽性率の比較. (a) 左 CD59-FITC 分析, 右 CD59-FITC / CD235a-PE 分析. (b) 左 CD59-PE 分析, 右 CD59-PE / CD235a-FITC 分析.  
1. 2. 3.: 健康人. 4: CD59 陰性血球を僅かに認める症例. 5: PNH 症例

## 2.2 測定試薬

1. FITC 標識抗ヒト CD59 抗体 (clone : p282 [ H19 ], BD Phamingen )
2. PE 標識抗ヒト CD59 抗体 (clone : p282 [ H19 ], BD Phamingen )
3. FITC 標識抗ヒト CD235a 抗体 (clone : JC159, DAKO)
4. PE 標識抗ヒト CD235a 抗体 (clone : JC159, DAKO)
5. staining medium (SM) : 0.1%BSA (sigma ) , 0.1% NaN<sub>3</sub> 含有 pH7.2 PBS 溶液

## 2.3 測定

1. EDTA 採血した血液を SM に浮遊させ 1 回遠心し洗浄する。
2. 赤血球浮遊液 50  $\mu$ l を試験管にとり、それに FITC 標識抗体および PE 標識抗体を加えて、室温、暗所で 30 分間反応した。  
なお、二重染色において蛍光標識抗体は、一度に加えて反応させるが、今回はその外に、標識抗体の反応順による測定値への影響を検討するために、標識抗体を 1 種類ずつ 30 分間反応させ、SM を加えて 1 回遠心洗浄し、また片方の標識抗体を加え 30 分間反応した。
3. 反応後は、赤血球を 1 回遠心洗浄し、沈査はかくく解し SM に浮遊した。
4. 測定は、FACSsort (BD Biosciences) で  $3 \times 10^4$  個の血球を計測 (FL1: BP 530/30 nm , FL2 : BP 585/42 nm ) した。
5. 解析は Cell Quest を用いて、赤血球の CD59 の陽性率および平均蛍光強度を分析した。まず、前方散乱光 (forward scatter, FSC) と側方散乱光 (side scatter, SSC) のパラメーターにより赤血球分画を選択 (ゲーティング) して、単一染色による解析をした (図 1. a, b)。また、2 カラー

分析では、赤血球分画のゲーティングに加えて、CD235a 陽性分画の解析をした (図 1. c, d)。

## 3. 測定結果

### 3.1 FITC 標識 CD59 抗体と PE 標識 CD59 抗体の単一染色による赤血球 CD59 陽性率の比較

FITC 標識 CD59 (CD59-FITC) 抗体と PE 標識 CD59 (CD59-PE) 抗体を単一染色し、シングルカラー分析を行った。

赤血球 CD59 の陽性率は、図 2 に示す通りであった。FITC と PE との蛍光色素の違いによる陽性率の相違は認められなかった。

また、健康人の赤血球 CD59 の陽性率は、ともに 100%であった。

シングルカラー分析では、FCS と SSC のパラメーターを用いた赤血球分画の解析のため、CD235a の単一染色を行い、赤血球分画中の CD235a 陽性率を測定した。赤血球分画中の CD235a 陽性率は、ともに 99.7~99.8%であった。

### 3.2 FITC 標識 CD59 抗体と PE 標識 CD235a 抗体の組み合わせによる二重染色の赤血球 CD59 陽性率の比較

CD59-FITC 抗体と PE 標識 CD235a (CD235a-PE) 抗体の二重染色を行い、2 カラー分析をした。

赤血球 CD59 陽性率は、図 2 に示す通りであった。また、健康人の赤血球 CD59 陽性率はともに 100%であった。

この標識抗体の組み合わせによる 2 カラー分析の結果は、CD59-FITC 抗体の単一染色測定値と比較し、陽性率低下の影響は認められなかった。

### 3.3 PE 標識 CD59 抗体と FITC 標識 CD235a 抗体の組み合わせによる二重染色の赤血球 CD59 陽性率の比較

PE 標識 CD59 (CD59-PE) 抗体と FITC 標識 CD235a (CD235a-FITC) 抗体の二重染色を行い、2 カラー分析をした。

赤血球 CD59 測定値は、図 2 に示す通りであった。

この分析結果は、CD59-FITC 抗体と CD235a-PE 抗体による 2 カラー分析や FITC 標識 CD59 抗体または PE 標識 CD59 抗体のシングルカラー分析の 3 方法と比較し、赤血球 CD59 陽性率はすべて低下を示した。CD59 陰性血球は、0.5~57.9%の範囲で増加した。

また、健常人の赤血球 CD59 陽性率は 100%以下であり 42.5~99.5%であった。

### 3.4 蛍光標識抗体の反応順による CD59 陽性率への影響

通常、蛍光標識抗体による二重染色は、赤血球浮遊液に 2 抗体を一度に加えて反応させるが、今回は健常人 (図 2, No.3) の赤血球浮遊液を用いて 1 抗体ずつ標識抗体を染色させて、抗体の反応 (結合) 順による測定値へ影響を比較検討した。

CD59-FITC 抗体による赤血球 CD59 の陽性率では、シングルカラー分析は 100%であり (図 3, 1 左)、また 2 カラー分析においては、CD59-FITC 抗体と CD235a-PE 抗体を同時に添加 (図 3, 2 左)、CD59-FITC 抗体を反応後 CD235a-PE 抗体を反応 (図 3, 3 左)、CD235a-PE 抗体を反応後 CD59-FITC 抗体を反応 (図 3, 4 左) における CD59 陽性率は 99.8~100%であり、この 2 抗体の反応順の違いによる結果に相違は認められなかった。

また、CD59-PE 抗体による赤血球 CD59 の陽性率では、シングルカラー分析は 100%であったが (図 3, 1 右)、それに比較し、2 カラー分析においては CD59-PE 抗体と CD235a-FITC 抗体を同時に添加 (図 3, 2 右)、CD59-PE 抗体を反応後 CD235a-FITC 抗体を反応 (図 3, 3 右)、CD235a-FITC 抗体を反応後 CD59-PE 抗体を反応 (図 3, 4 右) では、CD59-PE 抗体ほどの反応順においても、すべてにおいて陽性率が低下した。CD59 陰性赤血球は 57.9~78.2%に増加した。

### 3.5 単染色 (CD59-PE) と二重染色 (CD59-PE / CD235a-FITC) における赤血球 CD59 平均蛍光強度の比較および蛍光標識抗体の反応順による赤血球 CD59 平均蛍光強度への影響

CD59-PE 抗体の単一染色によるシングルカラー分析の赤血球 CD59 の平均蛍光強度 (FL2 検出器) を 100%として、CD59-PE 抗体と CD235a-FITC 抗体の組み合わせによる 2 カラー分析の赤血球 CD59 平均蛍光強度を比較した。

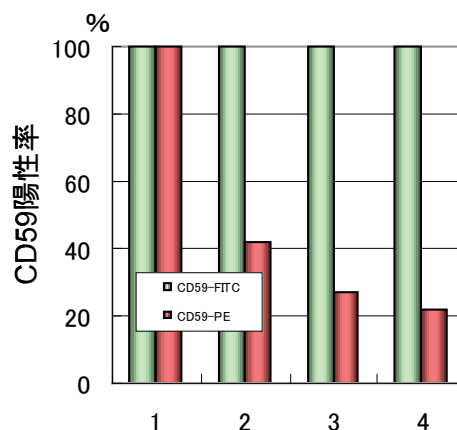


図 3. フローサイトメトリー分析による健常人赤血球 CD59 陽性率の比較. FITC 蛍光標識抗体と PE 蛍光標識抗体の反応順における検討.

1: 単一染色 (左 CD59-FITC 分析, 右 CD59-PE 分析) 2, 3, 4: 二重染色 (左 CD59-FITC / CD235a-PE 分析, 右 CD59-PE / CD235a-FITC 分析). 2: 両蛍光標識抗体を同時添加. 3: CD59 抗体染色後 CD235a 抗体を染色. 4: CD235a 抗体染色後 CD59 抗体を染色.

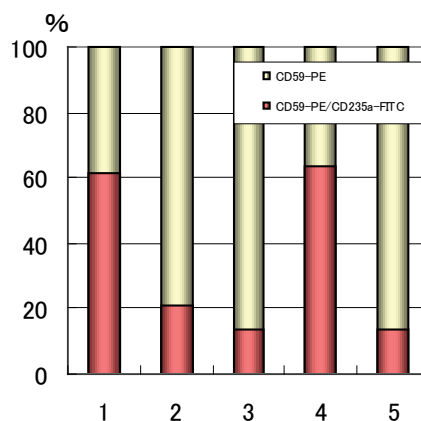


図 4. フローサイトメトリーによる単一染色 (CD59-PE 分析) と二重染色 (CD59-PE / CD235a-FITC 分析) における赤血球 CD59 平均蛍光強度の比較. 単一染色赤血球 CD59 の平均蛍光強度を 100%とする.

1,2,3: 健常人. 4: CD59 陰性血球を僅かに認める症例. 5: PNH 症例

2 カラー分析の赤血球 CD59 平均蛍光強度は、シングルカラー分析の平均蛍光強度に比較してすべて低値を示し (図 4)、それぞれのシングルカラー分析の 13.5~61.5%の蛍光強度であり、蛍光量の減弱が認められた。

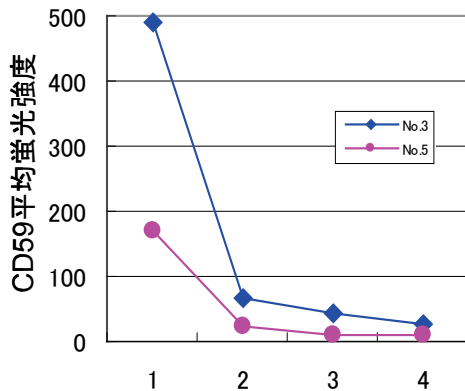


図 5. フローサイトメトリー分析による赤血球 CD59 平均蛍光強度. 蛍光標識抗体の反応順における比較. No.3: 健康人. No5: PNH 症例 1: CD59-PE 分析. 2, 3, 4.: CD59-PE / CD235a-FITC 分析. 2: 両蛍光標識抗体を同時反応. 3: CD59-PE 抗体反応後 CD235a-FITC 抗体反応. 4: CD235a-FITC 抗体反応後 CD59-PE 抗体反応

また、健康人 (図 2, No.3) および PNH 症例 (図 2, No.5) を用いて、CD59-PE 抗体と CD235a-FITC 抗体の組み合わせによる 2 カラー分析の蛍光標識抗体の反応順による平均蛍光強度への影響を検討した。赤血球 CD59 平均蛍光強度は、図 5 に示す通り、CD59-PE 抗体シングルカラー分析の赤血球平均蛍光強度に比較し、2 カラー分析では蛍光標識抗体の反応順に関わらず、すべてにおいて赤血球 CD59 平均蛍光強度の低下を認めた。

#### 4. 考察

今回のサンプルは、赤血球の純度 (CD235a=99.7~99.8%) が高く、単一染色によるフローサイトメトリー解析の結果で充分であると思われるが、ヘテロな細胞集団の時は目的の細胞を絞り込む必要性や、より詳細な分析あるいは多抗原の同時測定等の分析には、蛍光標識抗体等を組み合わせた多重染色による測定が必要となる。

GPI アンカー型膜蛋白の 1 つである CD59 は、健康人の血球膜に発現しており<sup>[1-4]</sup>、自己の補体活性化反応から自己血球を防御する補体制御膜蛋白として重要な役割を担っており、フローサイトメトリー測定では健康人赤血球 CD59 発現率は 100% である。しかし、健康人においてフローサイトメトリー高感度測定では、わずかながら CD59 欠損の形質を持つ血球が検出され、この微少の CD59 陰性血球を検索することは臨床的に有用とされ、近年 0.001% の測定

感度を要求する精密な解析が臨床上求められる傾向が高くなってきている。

今回、赤血球 CD59 の測定において、単一染色による FITC 標識抗体と PE 標識抗体を用いた標識蛍光の違いによる陽性率の相違は認められなかったが、CD59-FITC 抗体と CD235a-PE 抗体の 2 カラー分析に比較し、CD59-PE 抗体と CD235a-FITC 抗体と組み合わせによる 2 カラー分析では、健康者も含めて陽性率の低下や平均蛍光強度の減少が認められた。

また、赤血球の浮遊液に、CD59 抗体を反応させてから CD235a 抗体を加える。または、その標識抗体の反応順を逆にして、測定値へ影響を検討したが、CD59-FITC 抗体と CD235a-PE 抗体との組み合わせでは、CD59 発現に偽性低下は認められなかった。一方 CD59-PE 抗体と CD235a-FITC 抗体の組み合わせでは、標識抗体の反応 (結合) 順に関わらず、すべて赤血球 CD59 測定値の低下が認められ、先に CD59-PE 抗体を反応させ、その後 CD235a-FITC 抗体を加えた条件でも CD59 測定値の低下が認められた。これらのことにより、CD235a-FITC 抗体との組み合わせが、CD59-PE 抗体の特異的結合に対して、阻害的要因となり赤血球 CD59 測定値の偽陰性化になったと推察された。

FITC は、蛍光物質にアミノ基と反応するイソチオサイアネート基を結合させた低分子量 (389.4) の蛍光色素で、抗体に 3~5 分子が結合されているのに対して、PE は、巨大分子のために抗体に平均 1 分子 (34 個のフィコエリスロブリン色素) が結合されている。多重染色の分析において、低密度の細胞表面抗原の方には、高い相対蛍光強度 (例えば PE>FITC) の蛍光色素による標識抗体を用いた方が良いとされている。しかし、今回の様に、蛍光標識抗体の組み合わせにより、稀に負の誤差を及ぼす場合があることを考慮しながら、測定結果の成否に影響する蛍光標識試薬の組み合わせについては、慎重に選択すべきと思われた。

#### 参考文献

- [1] 佐藤晶子, 長澤俊郎, 二宮治彦, 赤血球膜蛋白異常の検出法としてのフローサイトメトリー: 発作性夜間ヘモグロビン尿症 (PNH) の病態解析の基礎と応用, 日本膜学会誌 32 (2007) 147-154.
- [2] 佐藤晶子, 櫻井秀子, ヒト赤血球および白血球の補体制御膜蛋白発現のフローサイトメトリーによる検討, 第 3 回筑波大学技術職員技術発表会報告集 (2004) 10-14.
- [3] Sato S, Hasegawa Y, Nagasawa T, Ninomiya H, Reticulocyte-gated flow cytometric analysis of red blood cells in paroxysmal nocturnal hemoglobinuria, Lab. Hematol. 12 (2006) 82-85.
- [4] Sato S, Kozuma Y, Hasegawa Y, Kojima S, Chiba S, Ninomiya H, Enhanced expression of CD71, transferrin receptor, on immature reticulocytes in patients with paroxysmal nocturnal hemoglobinuria, Int. Jnl. Lab. Hematol. 2010 in press.

# Effects of combinations of fluorochrome-conjugated antibodies on flow cytometry measurements : False negatives for CD59 expression on red blood cells in flow cytometric analysis

Shoko Sato, Natsuko Kato, Chizuko Fukui, Hideko Sakurai

Technical Service Office for Medical Sciences, University of Tsukuba,  
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8575 Japan

This work involved 2-color analysis of CD59 and CD235a expression using flow cytometry (FCM), which revealed an increase in false-negative results for CD59 antigens on red blood cells (RBCs). Two-color analysis of FITC-conjugated anti-CD59 MoAb and PE-conjugated anti-CD235a MoAb provided satisfactory results. In comparison, 2-color analysis of PE-conjugated anti-CD59 MoAb and FITC-conjugated anti-CD235a MoAb revealed that the mean fluorescence intensity of CD59 antigens on RBCs decreased and that population of RBCs that were falsely negative for CD59 increased (n = 5). During multi-color staining for flow cytometric analysis, the combinations of fluorochrome-conjugated antibodies used should be carefully selected.

**Keywords:** FITC, PE, CD59, CD235a



# 植物写真でみる農林技術センター八ヶ岳演習林

井波 明宏

筑波大学農林技術センター技術室（八ヶ岳演習林）

〒384-1305 長野県南佐久郡南牧村野辺山 462-4

## 概要

八ヶ岳演習林の植物相（フロラ）は、植物目録として取りまとめられている。しかし、この目録には植物写真がない。視覚的な情報がないので専門外には親しみにくい。そこで今回は、生育時の植物の写真を撮影して、今後の普及などに使用できる基礎資料を作成した。撮影はデジタルカメラで行ない、RAW形式で記録・保存した。撮影した写真のなかには、希少種など標本採取ができない植物も含まれた。

キーワード：植物、写真、八ヶ岳演習林

## 1. はじめに

植物相（フロラ）の把握は、フィールド研究・教育のための重要な基礎情報のひとつである。八ヶ岳演習林は今までに「八ヶ岳・川上演習林植物目録」（東京教育大,1968）<sup>[1]</sup>、「筑波大学農林技術センター八ヶ岳演習林の植物相」（中村・石田,1983）<sup>[2]</sup>、「筑波大学農林技術センター八ヶ岳演習林の植物相補遺」（堀内・中村,1992）<sup>[3]</sup>の報告（高等植物を対象としている。）がある。ただし、植物相は環境などにより変化することや調査での見落としがあるため、常に更新・追加が必要とされる。八ヶ岳演習林は、平成22～23年度に植物相の再調査と証拠となる標本の作製を行ない、植物目録の更新を予定している。ところで前出の植物相の報告には写真はない。一般に写真は、視覚的に専門外の人たちの植物への興味や関心を引きやすく、普及活動には簡便でわかりやすい特性がある。植物標本では、色彩の再現ができないことや希少種など標本の採れないものにも有効である。また、次年度に行なわれる本格的な植物相調査の基礎資料として利用できる。そこで今回は、業務の一環として、デジタルカメラで生育時の植物を撮影して記録した。

## 2. 方法

写真撮影は、高解像の一眼レフデジタルカメラ（ニコン D60、ペンタックス K20D、ペンタックス K7）を使用して撮影を行なった。主な設定はRAW形式<sup>1</sup>の記録、ISO感度 100<sup>2</sup>、AdobeRGB<sup>3</sup>を用いた。また背景が暗くなることや、自然な発色を妨げるためフラッシュは使用しなかった。

1. RAW形式：デジタルカメラの記録形式のひとつで、圧縮・加工されずに生のままのデジタルデータ形式のこと。そのため、そのままでは専用ソフトがないと視覚的な写真としてみることが出来ない。しかし、一般的なJPEG形式と異なり、圧縮・加工がされていない

め、記録データの劣化がほとんどなく高解像を得るという利点がある。

2. ISO感度：50, 100, 200 などがあり、数値が高いほど暗い場合でも早いシャッタースピードが切れ、被写体がブレなくてすむ。しかし、画像は荒くなる。
3. AdobeRGB：再現できる色の範囲である。

写真撮影場所は、八ヶ岳演習林 1-4 林班（八演）、八ヶ岳演習林 5 林班（構内）、川上演習林（川演）の3ヶ所で、野外調査に行ったときに植物の写真を撮影し、場所を記録した。

撮影時期は2008、2009年の4月～11月で、主に花時期の植物を撮影して、写真から図鑑<sup>[5-13]</sup>を使って植物を同定した。花は、植物の同定に重要で、専門外の興味や関心はきれいな花に目が向きやすい。

撮影後の写真整理及び現像<sup>[4]</sup>にはAdobe社のソフトPhotoshop®Lightroom®2を使用した。ソフトの現像処理には、不自然な発色の調整以外に手を加えなかった。

## 3. 結果及び考察

撮影枚数は、2008年に約3,100枚、2009年に約2,000枚になった。このうち確認できた種は、407種（表1）であった。撮影した植物のなかには、407種以外に写真から種を確定することが困難な種もあった。特にカヤツリグサ科などで、さらに顕微鏡などによる詳細な観察が必要な植物である。これらは標本を採るなどして確認作業を行なう必要がある。また今回は草本が主体で、シダ、木本は積極的に撮影していない。よって次年度以降もさらに撮影を続ける。

八ヶ岳演習林の植物には、ヤエガワカンバ *Betula davurica*、サクラソウ *Primula sieboldii*、ムラサキ *Lithospermum officinale ssp. erythrorhizon*、カモメラン *Orchis cyclochila* などの全国、長野県の絶滅危惧種<sup>[14][15]</sup>に指定される種が生育している。また県のみでの絶滅危惧種、八ヶ岳演習林内での希少種もある。これら植物の生育場所の確認と個体数の確認を行なって保全につなげていきたい。

表1. 八ヶ岳演習林植物撮影リスト（2008-2009）

注.学名は紙面上省略し、科名からあいうえお順

科名	種名
アカザ	アカザ
アカネ	オオバノヨツバムグラ
アカネ	カワラマツバ
アカネ	クルマムグラ
アカネ	ヤマムグラ

科名	種名	科名	種名
アカバナ	アカバナ	カヤツリグサ	エゾハリスゲ
アカバナ	オオマツヨイグサ	カヤツリグサ	カワラスゲ
アカバナ	タニタデ	カヤツリグサ	ゴウソ
アカバナ	マツヨイグサ	カヤツリグサ	コハリスゲ
アカマツ	アカマツ	カヤツリグサ	タガネソウ
アブラナ	イヌナズナ	カヤツリグサ	ヒゴクサ
アブラナ	シロイヌナズナ	カヤツリグサ	ヒメゴウソ
アブラナ	タネツケバナ	カヤツリグサ	ヒメノガリヤス
アブラナ	ナズナ	カヤツリグサ	ミツカドシカクイ
アブラナ	ハルザキヤマガラシ	キキョウ	ソバナ
アブラナ	ヒロハコンロソウ	キキョウ	タニギキョウ
アブラナ	マルバコンロソウ	キキョウ	ツリガネニンジン
アブラナ	ヤマハタザオ	キキョウ	バアソブ
アヤメ	アヤメ	キキョウ	ヤマホタルブクロ
アヤメ	ノハナショウブ	キク	アキノキリンソウ
イグサ	アオコウガイゼキショウ	キク	アズマギク
イグサ	クサイ	キク	アメリカセンダングサ
イグサ	スズメノヤリ	キク	アラゲハンゴンソウ
イグサ	ヌカボシソウ	キク	イワニガナ
イグサ	ヤマスズメノビエ	キク	ウスユキソウ
イチャクソウ	イチャクソウ	キク	オオハンゴンソウ
イチャクソウ	ギンリョウソウ	キク	オクモミジハグマ
イネ	イブキヌカボ	キク	オケラ
イネ	エノコログサ	キク	オタカラコウ
イネ	コウボウ	キク	オニタビラコ
イネ	コメガヤ	キク	オヤマボクチ
イネ	シバ	キク	カセンソウ
イネ	ススキ	キク	キオン
イネ	チジミザサ	キク	コウゾリナ
イネ	ヌマガヤ	キク	コウモリソウ
イラクサ	ウワバミソウ	キク	コウリンカ
ウコギ	ウド	キク	ゴマナ
ウコギ	タラノキ	キク	サワギク
ウコギ	トチバニンジン	キク	サワヒヨドリ
ウマノスズクサ	ウスバサイシン	キク	シナノタンポポ
ウルシ	ツタウルシ	キク	シラヤマギク
ウルシ	ヤマウルシ	キク	シロバナニガナ
オオバコ	オオバコ	キク	シロヨメナ
オトギリソウ	オトギリソウ	キク	セイヨウタンポポ
オトギリソウ	コケオトギリ	キク	セイヨウノコギリソウ
オトギリソウ	トモエソウ	キク	タムラソウ
オミナエシ	オトコエシ	キク	テバコモミジガサ
オミナエシ	オミナエシ	キク	ニガナ
オミナエシ	キンレイカ	キク	ネコヤマヒゴタイ
カエデ	ウリハダカエデ	キク	ノアザミ
カエデ	カジカエデ	キク	ノコギリソウ
カエデ	ハウチワカデ	キク	ノハラアザミ
カエデ	ヒトツバカエデ	キク	ハキダメギク
ガガイモ	イケマ	キク	ハルジオン
ガガイモ	スズサイコ	キク	ハンゴンソウ
カタバミ	カタバミ	キク	ヒメジョオン
カタバミ	コミヤマカタバミ	キク	ヒメムカシヨモギ
カツラ	カツラ	キク	ヒヨドリバナ
カバノキ	サワシバ	キク	フキ
カバノキ	シラカンバ	キク	フランスギク
カバノキ	ツノハシバミ	キク	マルバダケブキ
カバノキ	ヤエガワカンバ	キク	ミヤマアキノゲシ
カヤツリグサ	アブラガヤ	キク	メタカラコウ

科名	種名	科名	種名
キク	ヤクシソウ	シソ	ジャコウソウ
キク	ヤブレガサ	シソ	チシマオドリコソウ
キク	ヤマニガナ	シソ	ツクバキンモウソウ
キク	ヤマハハコ	シソ	ヒメシロネ
キク	ユウガギク	シソ	ヒメナミキ
キク	ヨツバヒヨドリ	シソ	ホトケノザ
キク	ヨモギ	シソ	ラショウモンカズラ
キク	リュウノウギク	スイカズラ	アラゲヒョウタンボク
キンボウゲ	ウマノアシガタ	スイカズラ	イボタヒョウタンボク
キンボウゲ	キンバイソウ	スイカズラ	オオカメノキ
キンボウゲ	サラシナショウマ	スイカズラ	カンボク
キンボウゲ	シキンカラマツ	スイカズラ	ニシキウツギ
キンボウゲ	チチブシロカネソウ	スイカズラ	ニワトコ
キンボウゲ	トウゴクサバノオ	スイカズラ	ベニバナノツクバネウツギ
キンボウゲ	ニリンソウ	スイカズラ	ミヤマウグイスカズラ
キンボウゲ	ハンショウヅル	スイカズラ	ミヤマガマズミ
キンボウゲ	ヒメイチゲ	スマレ	アオイスミレ
キンボウゲ	ボタンヅル	スマレ	アカネスミレ
キンボウゲ	ミヤマカラマツ	スマレ	アケボノスマレ
キンボウゲ	ヤマオダマキ	スマレ	エイザンスミレ
キンボウゲ	ルイヨウショウマ	スマレ	エゾノアオイスミレ
キンボウゲ	レイジンソウ	スマレ	エゾノタチツボスマレ
クスノキ	クロモジ	スマレ	オクタマスミレ (エイザンスミレ×ヒナスミレ)
グミ	カラアキグミ	スマレ	キリガミネスマレ (スマレ×シロスミレ)
クロウメモドキ	クロウメモドキ	スマレ	ケマルバスマレ
ケシ	ジロボウエンゴサク	スマレ	サクラスミレ
ケシ	フウロケマン	スマレ	シロスミレ
ケシ	ムラサキケマン	スマレ	スマレ
ケシ	ヤマエンゴサク	スマレ	スルガキクバスマレ (フモトスマレ×エイザンスミレ)
ゴマノハグサ	クワガタソウ	スマレ	タチツボスマレ
ゴマノハグサ	サギゴケ	スマレ	ツボスマレ
ゴマノハグサ	タチイヌノフグリ	スマレ	ヒゴスマレ
ゴマノハグサ	タチコゴメグサ	スマレ	ヒナスミレ
ゴマノハグサ	トモエシオガマ	スマレ	ヒメスマレサイシン
ゴマノハグサ	ヒナウスツボ	スマレ	フモトスマレ
ゴマノハグサ	ヒメトラノオ	スマレ	ミヤマスマレ
ゴマノハグサ	ミゾホオズキ	セリ	イワセントウソウ
ゴマノハグサ	ミチヤナギ	セリ	カノツメソウ
ゴマノハグサ	ヤマトラノオ	セリ	シシウド
サクラソウ	オカトラノオ	セリ	ホタルサイコ
サクラソウ	クサレダマ	セリ	ヤブニンジン
サクラソウ	クリンソウ	セリ	ヒトリシズカ
サクラソウ	コナスビ	セリ	フタリシズカ
サクラソウ	サクラソウ	センリョウ	イシミカワ
サトイモ	ザゼンソウ	センリョウ	イタドリ
サトイモ	ヒメザゼンソウ	タデ	イヌタデ
サトイモ	ホソバテンナンショウ	タデ	イブキトラノオ
サトイモ	ユモトマムシグサ	タデ	クリンユキフデ
シソ	イヌゴマ	タデ	サクラタデ
シソ	ウツボグサ	タデ	タニソバ
シソ	エゾシロネ	タデ	ハナタデ
シソ	エゾタツナミソウ	タデ	ヒメスイバ
シソ	オドリコソウ	タデ	ミズヒキ
シソ	カメバヒキオコシ	タデ	ミゾソバ
シソ	カワミドリ	タデ	コヨウラクツツジ
シソ	クルマバナ	ツツジ	サラサドウダン
シソ	ケナツノタムラソウ	ツツジ	
シソ	ケブカツルカノコソウ		

科名	種名	科名	種名
ツツジ	トウゴクミツバツツジ	フウロソウ	アサマフウロ
ツツジ	ヤマツツジ	フウロソウ	イヨフウロ
ツツジ	レンゲツツジ	フウロソウ	グンナイフウロ
ツユクサ	ツユクサ	フウロソウ	ゲンノショウコ
ツリフネソウ	キツリフネ	フウロソウ	タチフウロ
ツリフネソウ	ツリフネソウ	ブドウ	ヤマブドウ
トウダイグサ	シナノタイゲキ	ブナ	クリ
トウダイグサ	ナツトウダイ	ブナ	ブナ
トチノキ	トチノキ	ブナ	ミズナラ
ナス	ハシリドコロ	ベンケイソウ	ツルマンネングサ
ナデシコ	カララナデシコ	ベンケイソウ	ホソバノキリンソウ
ナデシコ	コハコベ	ベンケイソウ	ミツバベンケイソウ
ナデシコ	ツメクサ	ボタン	ヤマシャクヤク
ナデシコ	ナンバンハコベ	マタタビ	サルナシ
ナデシコ	ノミノツヅリ	マタタビ	ミヤママタタビ
ナデシコ	ノミノフスマ	マツ	イラモミ
ナデシコ	ヒゲネワチガイソウ	マツ	カラマツ
ナデシコ	フシグロセンノウ	マツブサ	チョウセンゴミシ
ナデシコ	ミドリハコベ	マツムシソウ	マツムシソウ
ナデシコ	ミミナグサ	マメ	クサフジ
ナデシコ	ミヤマハコベ	マメ	シロツメクサ
ナデシコ	ワダソウ	マメ	ナンテンハギ
ニシキギ	ツルウメモドキ	マメ	ヌスビトハギ
ニシキギ	ニシキギ	マメ	フジ
ニシキギ	マユミ	マメ	ムラサキツメクサ
ニレ	ハルニレ	マメ	メドハギ
ハイノキ	サワフタギ	マメ	ヤマハギ
ハエドクソウ	ハエドクソウ	ミズキ	ハナイカダ
ハナシノブ	シバザクラ	ミズキ	ミズキ
バラ	アイズシモツケ	ミズキ	ヤマボウシ
バラ	アオナシ	ムラサキ	オオルリソウ
バラ	ウワミズザクラ	ムラサキ	キュウリグサ
バラ	オオダイコンソウ	ムラサキ	コンフリー
バラ	オオヤマザクラ	ムラサキ	ムラサキ
バラ	カマツカ	メギ	イカリソウ
バラ	キジムシロ	メギ	メギ
バラ	キンミズヒキ	メギ	ルイヨウボタン
バラ	クサボケ	モウセンゴケ	モウセンゴケ
バラ	クロイチゴ	モクセイ	ミヤマイボタ
バラ	ゴヨウイチゴ	ヤドリギ	ヤドリギ
バラ	サナギイチゴ	ヤナギ	イヌコリヤナギ
バラ	シモツケ	ヤナギ	バッコヤナギ
バラ	シロバナヘビイチゴ	ヤマノイモ	オニドコロ
バラ	ズミ	ユキノシタ	アカショウマ
バラ	ダイコンソウ	ユキノシタ	イワガラミ
バラ	タカネザクラ	ユキノシタ	イワネコノメソウ
バラ	ナガバモミジイチゴ	ユキノシタ	イワボタン
バラ	ノイバラ	ユキノシタ	ウツギ
バラ	ヒメヘビイチゴ	ユキノシタ	ウメバチソウ
バラ	マメザクラ	ユキノシタ	コガネネコノメソウ
バラ	ミツバツチグリ	ユキノシタ	コチャルメルソウ
バラ	ミツモトソウ	ユキノシタ	コマガタケスグリ
バラ	ミヤマザクラ	ユキノシタ	ザリコミ
バラ	モミジイチゴ	ユキノシタ	シラヒゲソウ
バラ	ワレモコウ	ユキノシタ	ツルネコノメソウ
ヒガンバナ	スイセン	ユキノシタ	ネコノメソウ
ヒメハギ	ヒメハギ	ユキノシタ	ノリウツギ
ビャクダン	カナビキソウ	ユキノシタ	バイカウツギ



科名	種名	科名	種名
ユキノシタ	ハナネコノメ	ユリ	ヒメニラ
ユキノシタ	マルバネコノメソウ	ユリ	ホソバナアマナ
ユキノシタ	ヤグルマソウ	ユリ	マイズルソウ
ユキノシタ	ヤマアジサイ	ユリ	ヤマカシュウ
ユリ	アマドコロ	ユリ	ヤマラッキョウ
ユリ	ウバユリ	ユリ	ユウスゲ
ユリ	オオナルコユリ	ユリ	ユキザサ
ユリ	キジカクシ	ユリ	ワニグチソウ
ユリ	キバナノアマナ	ラン	アオチドリ
ユリ	クルマバツクバネソウ	ラン	オオヤマサギソウ
ユリ	コオニユリ	ラン	オニノヤガラ
ユリ	コバギボウシ	ラン	カモメラン
ユリ	サルマメ	ラン	クモキリソウ
ユリ	シュロソウ	ラン	ササバギンラン
ユリ	ショウジョウバカマ	ラン	トキソウ
ユリ	シロバナエンレイソウ	ラン	トンボソウ
ユリ	スズラン	ラン	ネジバナ
ユリ	ゼンティカ	ラン	ヒトツボクロ
ユリ	タマガワホトトギス	ラン	ホザキイチヨウラン
ユリ	チゴユリ	ラン	ミズチドリ
ユリ	ツバメオモト	リョウブ	リョウブ
ユリ	トウギボウシ	リンドウ	アケボノソウ
ユリ	ネバリノギラン	リンドウ	ハナイカリ
ユリ	ノギラン	リンドウ	ハルリンドウ
ユリ	バイケイソウ	リンドウ	フデリンドウ
ユリ	ハルナユキザサ	リンドウ	リンドウ
ユリ	ヒメイズイ	レンブクソウ	レンブクソウ



図1. 八ヶ岳演習林の植物写真の作例

1.ウスバサイシン *Asiasarum sieboldii*, 2.トウゴクサバノオ *Dichocarpum trachyspermum*, 3. キュウリグサ *Trigonotis pseuduncularis*, 4.レンゲショウマ *Anemonopsis macrophylla*, 5.オクタマスミレ *Viola eizanensis* × *V. takedana*, 6.レンゲツツジ *Rhododendron japonicum*, 7.ズミ *Malus toringo*, 8.ハルリンドウ *Gentiana thumbergii*.

## 参考文献

- [1] 東京教育大学農学部附属演習林, 八ヶ岳・川上演習林植物目録, 東京教育大学農学部演習林資料 3 (1968) 1-40.
- [2] 中村徹・石田光之, 筑波大学農林技術センター八ヶ岳演習林の植物相, 筑波大学農林技術センター演習林報告 1 (1983) 21-62.
- [3] 堀内洋・中村徹, 筑波大学農林技術センター八ヶ岳演習林の植物相補遺, 筑波大学農林技術センター演習林報告 8 (1992) 287-290.
- [4] ゆうきたかし・桐生彩希, はじめてのデジカメ RAW 現像 Photoshop Lightroom2, 秀和システム (2008)
- [5] 佐竹義輔・大井次三郎他編, フィールド版日本の野生植物 草本, 平凡社 (1985)
- [6] 佐竹義輔・原寛他編, フィールド版日本の野生植物 木本, 平凡社 (1993)
- [7] 清水建美監修長野県植物誌編纂委員会, 長野県植物誌, 信濃毎日新聞社 (1997)
- [8] 今井建樹・伊東昭介, 信州のスミレ, ほおずき書籍 (2004)
- [9] いがりまさし, 山溪ハンディ図鑑 6 増補改訂日本のスミレ, 山と溪谷社 (1996)
- [10] いがりまさし, 山溪ハンディ図鑑 11 日本の野菊, 山と溪谷社 (2007)
- [11] 勝山輝男, 日本のスゲ, 文一総合出版 (2005)
- [12] 谷城勝弘, カヤツリグサ科入門図鑑, 全国農村教育協会 (2007)
- [13] 清水矩宏・森田弘彦・廣田伸七, 日本帰化植物図鑑, 全国農村教育協会 (2001)
- [14] 環境庁編, 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物レッドデータブック 8 植物 I (維管束植物), 自然環境研究センター (2000)
- [15] 長野県, 長野県版レッドリスト維管束植物編 <http://www.pref.nagano.jp/kankyo/hogo/red/redlist-shokubutu.htm>

## The Agricultural and Forestry Research Center's Yatsugatake Forest as seen in plant photos

Akihiro Inami

Yatsugatake Forest, Technical Service Office for Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba, 462-4 Nobeyama, Minamimaki-mura, Minamisaku-gun, Nagano, 384-1305 Japan

The flora of the Yatsugatake Forest has been assembled into a plant index. This index, however, does not include plant photos. The lack of visual information means that the index is not readily accessible by laypeople. Thus, the current work photographed plants during their growth and development and created basic materials for potential use in future educational efforts. Images were taken with a digital camera and logged and saved in RAW format. The photos taken include photos of rare species that cannot be collected because of their rarity.

**Keywords:** plant; photo; Yatsugatake Forest

# Web 情報に基づくヤマネ生息分布図の作成・公開について

杉山 昌典<sup>a)</sup>、門脇 正史<sup>b)</sup>

<sup>a)</sup>筑波大学農林技術センター技術室（八ヶ岳演習林）

<sup>b)</sup>筑波大学生命環境科学研究科生物圏資源科学専攻

<sup>a, b)</sup>〒384-1305 長野県南佐久郡南牧村野辺山 462-4

## 概要

これまでヤマネの生息分布図には表示方法に違いがあり統一性がなかった。その生息分布情報を標準地域メッシュの2次メッシュ（約10 km×10 km、以下メッシュと略す）にあわせて「Google マイマップ」上にシェイプ描写機能で表示し、分布図の一元化を試みた。また、近年 Web 上で多く見られるようになったヤマネの発見情報も、写真・模写図が明瞭で他者がヤマネと断定できる事例等に限定して上記の分布図に記載する事で、ヤマネ発見時の年月・住所地名・発見状況がわかる分布図の作成及び公開ができた。

キーワード：ヤマネ、生息分布図、Google マップ

## 1. はじめに

ヤマネ *Glirulus japonicus* (図1) は、ネズミ目ヤマネ科の1属1種の小型哺乳類（頭胴長68~84 mm、尾長44~54 mm、阿部ら、2005）<sup>[1]</sup>で、国の天然記念物に指定され環境省が準絶滅危惧種としている。本州、四国、九州、隠岐島後に分布し、夜行性であり樹上で採餌して、樹洞等で繁殖・冬眠するような森林に依存した生活をする（阿部ら、2005）<sup>[1]</sup>。

ヤマネの詳細な生息分布図は、環境省自然環境局生物多様性センター（2002）<sup>[2]</sup>が聞き取り調査を基に生息分布図を公表し、中島（2006）<sup>[3]</sup>は各都道府県立図書館所蔵の市町村誌（史）・郷土誌や他の研究者の文献、自身の調査資料を基に生息分布図を公表している。独自のレッドデータブック等で生息分布図を公表している都道府県<sup>[4]~[15]</sup>もある。しかし、これらの生息分布図には各情報の表示方法に違いがあり統一性はない。また、近年インターネット環境が普及・充実したことにより、企業団体・個人によ



図1. ヤマネ（撮影2006.10.14）

る情報発信が盛んに行われ、ヤマネの発見情報も Web 上で多く見られるようになった（以下 Web 情報と略す）。それらの情報もあわせて一元化を試み、ヤマネの生息分布図を作成し公開した。

## 2. 方法

環境省（2002）<sup>[2]</sup>はヤマネの分布確認年代別に1992年以前の確認41ヶ所、1993以降の確認48ヶ所、計89ヶ所を2パターンのメッシュで白地図に表している。その地図を都道府県単位に拡大コピーをした後、フリーソフト「白地図 KenMap」（Kamada.T、2009）<sup>[16]</sup>で作成した都道府県の白地図（メッシュ付き）に重ね合わせ位置を特定した。

都道府県版レッドデータブック等でヤマネの生息分布情報を公開している12の自治体（2010年1月現在）<sup>[4]~[15]</sup>のヤマネ分布情報も、同様にメッシュの位置を特定した。

中島（2006）<sup>[3]</sup>は地方別にヤマネの生息確認の場所・年月日等の記録が明確な274ヶ所を●印、「よく見かける」または「以前に見つけたことがあり、今でも生息の可能性はある」等の情報63ヶ所を○印で記載している。それも同様にメッシュで区切られた白地図と重ね合わせ、●○印がどのメッシュに位置するかを特定した。

Web 情報は下記の条件に当てはまる1995年以降の情報に限定した。

1. ヤマネの写真・模写図が明瞭で他者がヤマネと断定できる企業団体・個人情報発信に基づく地点
2. 新聞社等の報道機関が情報発信した生息確認地点
3. 発表文献で公表している生息確認地点（ヤマネ巣箱調査中等の地点を除く）

これらのヤマネ発見情報のメッシュ位置特定はフリーソフト「Geocode Viewer」（株式会社ジオセンス、2006）<sup>[17]</sup>を使用した。このソフトは住所・地名等を記入し検索すると8種類のジオコード（メッシュ番号）を表示し、Google マップ上で任意のメッシュ範囲を確認できるものである。

以上特定できたメッシュは「Google マイマップ」上に、シェイプ描写機能でメッシュの角4点をフリーハンドで描写した。

上記のヤマネ生息分布地点をメッシュ表記した時の表示色として、環境省の地点（以下環境省メッシュと略す）が水色、都道府県の地点（以下県メッシュと略す）が赤紫色、中島の特定した地点（以下中島メッシュと略す）が黄色とし、各メッシュが重なった場合は、環境省・県メッシュが青色、環境省・中島メッシュが緑色、県・中島メッシュが赤色で表し、全てが重なったメッシュが黒色となる減法混色法で表示した。



Web 情報で得られたヤマネ生息地点は白色で表示（以下 Web メッシュと略す）、上記の環境省・県・中島メッシュとの重なりは、そのメッシュの色を薄くしメッシュの縁取り線を濃くする方法で区別した。Google マイマップの吹出し機能で、メッシュを選択するとメッシュコード番号や環境省の 2 パターンのメッシュ、中島の●○印、Web 情報の概略が判るようにした（図 2）。



図 2. 吹出し機能によるメッシュ情報表示

### 3. 結果

Google マイマップの生息分布図（以下分布図と略す）へ表示したメッシュ数は下記の通りとなった。

環境省メッシュは 89 メッシュ中、1 ケ所特定できず 88 メッシュを表示した。

県メッシュは市町村・地方名で生息確認表示している自治体の情報はメッシュ化できなかつたため、ヤマネの生息情報を分布図形式で公表している 12 県の情報で、136 メッシュ表示した。

中島メッシュは●○印の 337 地点を集約した結果、

265 メッシュを表示した。

Web 情報は 384 件（2010 年 1 月現在）になるが、集約して 197 メッシュ表示した。

環境省・県・中島メッシュ数の状況を比較すると、ほぼ半数を中島メッシュが占めている（図 3）。

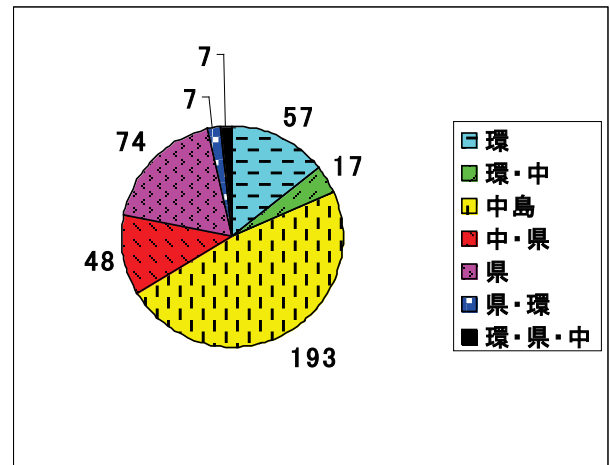


図 3. 各メッシュ数とメッシュ間の重複数

中島メッシュは地域差が大きいものの環境省・県メッシュより満遍なく全国を網羅している（図 4）。

環境省メッシュは他のメッシュと比べ、特に関東・近畿地方で数が少ない（図 4）。

県メッシュは関東・中部・中国四国に集中している（図 4）。

Web メッシュ数は中部以北の地域において中島メッシュに肉薄しているが、近畿以西の西日本において十分な数を得ていない（図 4）。

地域別に見てみると、中部地方にメッシュが集中し東北・西日本地方のメッシュ数との差が顕著に現れた（図 4）。

これらのメッシュを全国地図に配置した結果が図 5、6 である。

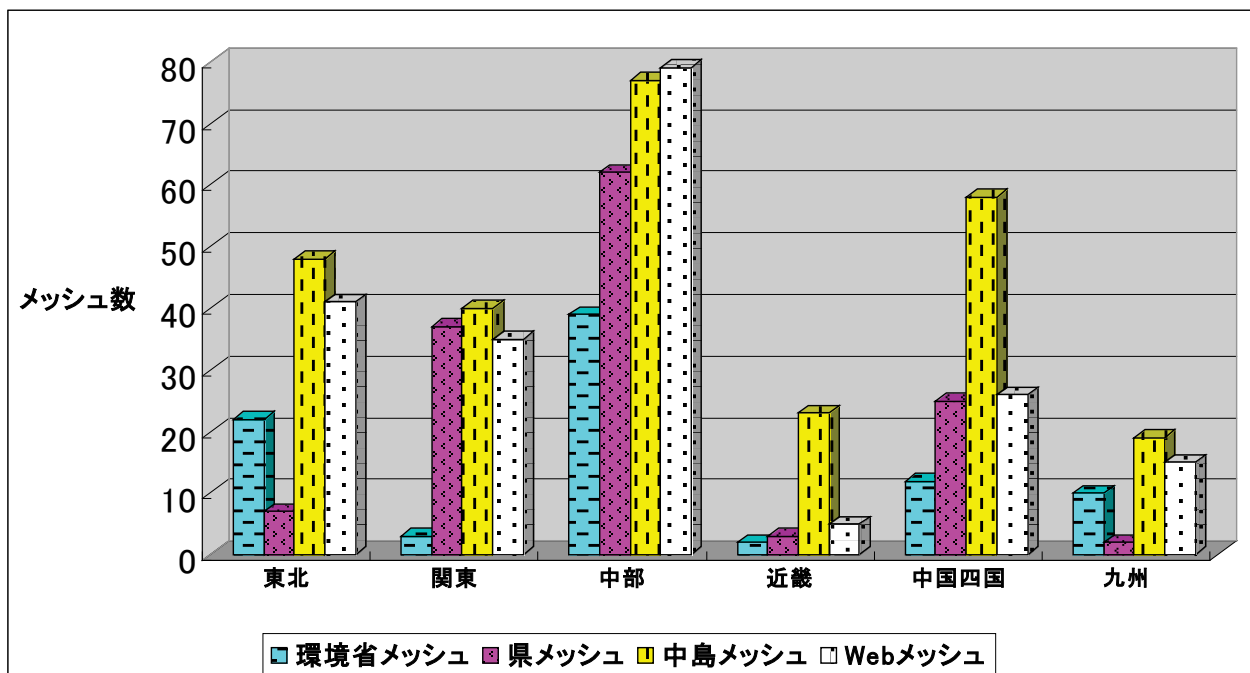


図 4. 地域別メッシュ数



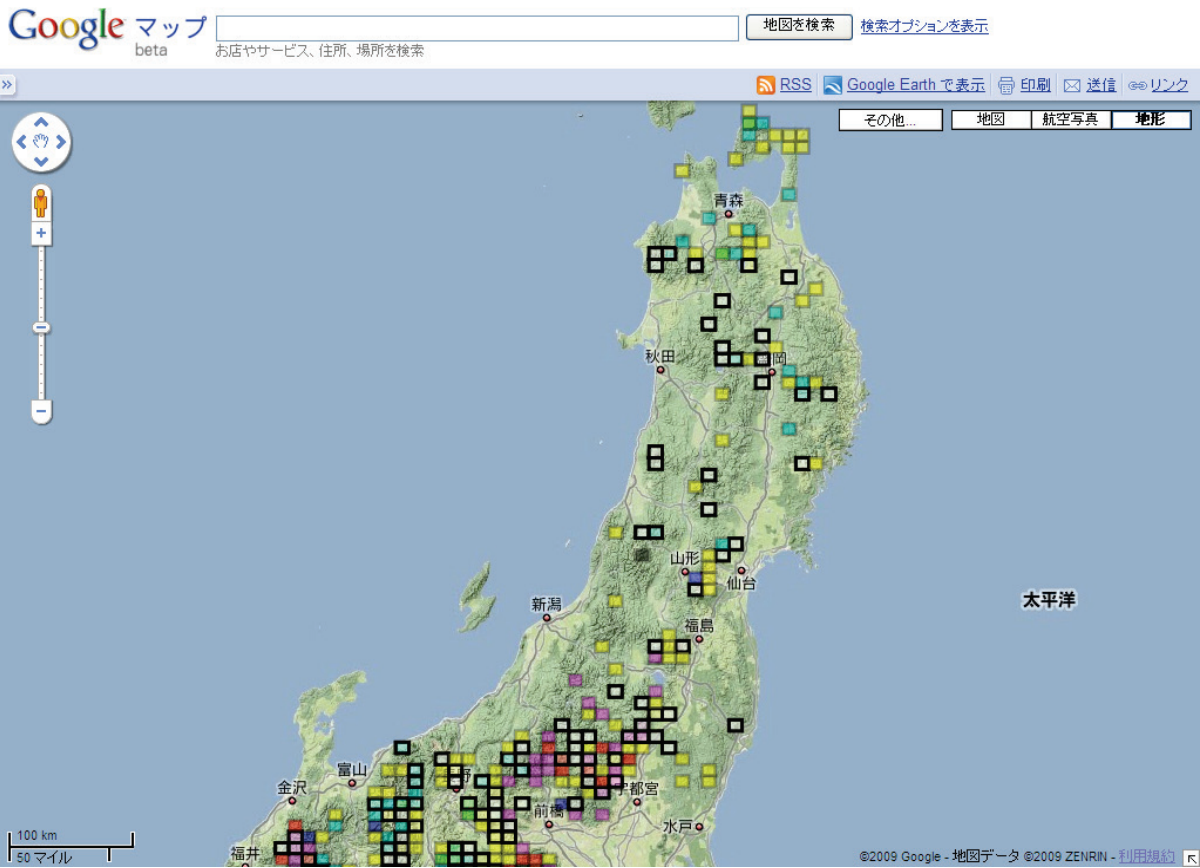


図 5. 関東以北におけるメッシュの配置状況

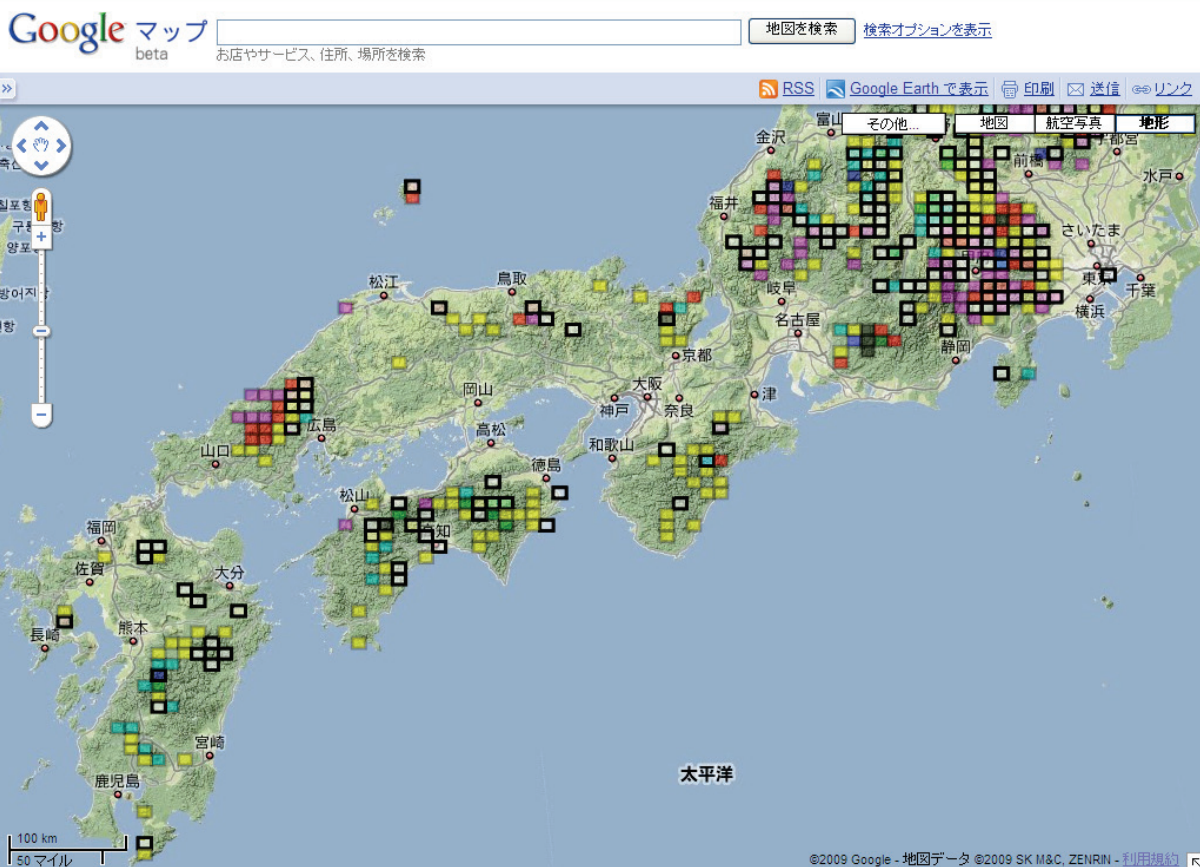


図 6. 関東以西におけるメッシュの配置状況

環境省・県・中島メッシュが集中している地域において Web メッシュが少ないところでは、青森県下北半島、関東山地北西端、愛知県東部、畿内・近畿地方、西中国山地、南九州地方等が挙げられる（図 5、6）。

Web メッシュと各メッシュとの重複度は最大で環境省・中島メッシュの 47.1%、中島メッシュのみの場所は 15.0%と低い値となっている（図 7）。

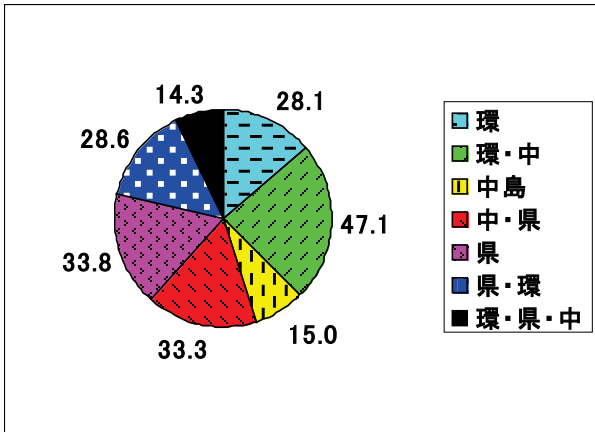


図 7. Web メッシュと各メッシュとの重複度

#### 4. 考察

この分布図は一般的な地図表示（図 2）はもとより地形図（図 5、6）や航空写真（図 8）で分布状況を見ることができる。メッシュを選択すると吹出し機能によりヤマネ発見時の年月・住所地名・発見状況がわかり（図 3）、これまでの分布図と比較し全国ヤマネの生息情報がわかりやすくなった。更にこの分布図は作成方法が簡単であるのに加え、インターネットに接続したパソコンがあれば随時情報の追加・修正も出来る簡便さがある。

また分布図に入力した情報は、Google マイマップのインポート機能で新しく作成する地図に複写できるので、メッシュの表示色を変え別の分布図を作ることが可能である。一例として、Web 情報の 378 件を集約した 197 メッシュを情報数毎に色分けをした分布図を作成した（図 8）。メッシュの表示色はヤマネ発見数が 1~5 件のメッシュは赤、6~10 件のメッシュは黄赤、11~15 件のメッシュは黄、16~20 件のメッシュ表示色は黄緑とし、情報数が多いメッシュほどメッシュの枠線を太く濃くした。

メッシュは黄赤、11~15 件のメッシュは黄、16~20 件のメッシュ表示色は黄緑とし、情報数が多いメッシュほどメッシュの枠線を太く濃くした。

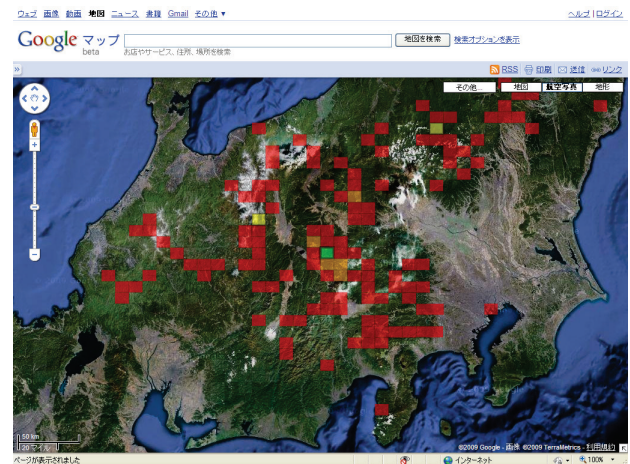


図 8. 中部における Web メッシュの情報数

197 メッシュ中、約 96%にあたる 189 メッシュは情報数が 5 件以下で、情報数が 6~10 件のメッシュは長野県八ヶ岳山麓と群馬県西部の嬭恋村、最も多いのは八ヶ岳西麓に位置する蓼科高原の 19 件、次いで上高地の 12 件、尾瀬の 11 件がある（図 8）。

上記の場所はいずれも日本有数の景勝地や別荘地であり、ヤマネの生息場所に人目が多くあった事がヤマネの発見に至ったと考えられる。また 197 メッシュ中、約 75%にあたる 147 メッシュは新規にヤマネの生息を確認できた地点である。しかしながらこれはあくまで偶発的に発見された事例であり、またヤマネを発見したごく一部の人が Web で情報発信したものであると考えられる。

近年のインターネット環境の充実振りには目を見張る物があるが、2006 年よりブログでの情報発信が急増している（図 9）。これは総務省（2008）<sup>[18]</sup> ブログに関する調査研究結果でも裏付けられている通り、2005 年辺りから新規開設ブログ数の上昇と関連付けられる。

今後ヤマネ発見情報の収集を続ける事で更に分布図の情報量の充実が可能と思われる。

ただヤマネ発見情報の収集方法が課題であり、

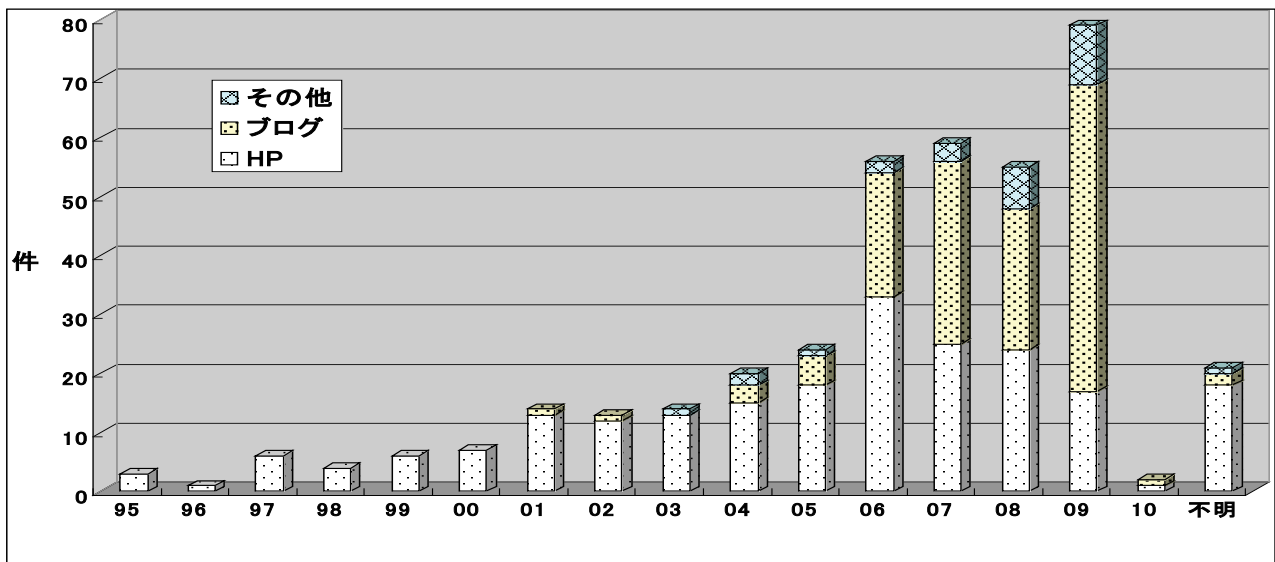


図 9. 年別の Web 情報数

Web検索で発見事例を集めるのには限界があるため、情報募集の告知を複数のブログで開設している。しかし情報提供数は現時点で数例のみである。このヤマネ生息分布図を全国のヤマネ発見者に広く周知し、情報提供の協力を得る方法を検討する必要がある。

## 参考文献

- [1] 阿部永、石井信夫、伊藤徹魯、金子之史、前田喜四雄、三浦慎悟、米田政明,日本の哺乳類[改訂版](2005)145.
- [2] 環境省自然環境局生物多様性センター,生物多様性調査動物分布調査(哺乳類)報告書(2002).
- [3] 中島福男,日本のヤマネ [改訂版] (2006)113-160.
- [4] 愛知県環境部自然環境課,レッドデータブックあいち(2009).
- [5] 福井県自然保護課,福井県レッドデータブック(2002).
- [6] 福島県生活環境部環境共生領域自然保護グループ,レッドデータブックふくしまⅡ哺乳類(2003).
- [7] 岐阜県環境生活部地球環境課,岐阜県レッドデータブック 2001(初版)(2001).
- [8] 群馬県自然環境課,群馬県の絶滅のおそれのある野生生物 動物編(2002).
- [9] 石川県環境部自然保護課,いしかわレッドデータブック(動物編)(2009).
- [10] 神奈川県環境農政部緑政課野生生物班,神奈川県鳥獣生息分布調査報告書(1992).
- [11] 長崎県県民生活環境部自然保護課,ながさきの希少な野生動物レッドデータブック 2001(2001).
- [12] 島根県環境生活部自然環境課,しまねレッドデータブック(1997).
- [13] 栃木県自然環境課,レッドデータブックとちぎ(2005).
- [14] 鳥取県公園自然課,レッドデータブックとっとり動物編(2002).
- [15] 山梨県自然保護教育振興会,希少種を主とする山梨県の野生鳥獣生息調査(1997).
- [16] Kamada.T, 白地図 KenMapVer8.4(2009).
- [17] 株式会社ジオセンス, Geocode Viewer(2006).
- [18] 総務省情報通信政策研究所調査研究部,ブログの実態に関する調査研究の結果(2008).

## Creation and publication of a habitat distribution map for the Japanese dormouse based on information available on the Web

Masanori Sugiyama<sup>a)</sup>, Seishi Kadowaki<sup>b)</sup>

<sup>a)</sup> Yatsugatake Forest, Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba, 462-4 Nobeyama, Minamimaki, Minamisaku, Nagano, 384-1305 Japan

<sup>b)</sup> Doctoral Program in Biosphere Resource Science and Technology, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 462-4 Nobeyama, Minamimaki, Minamisaku, Nagano, 384-1305 Japan

Previous methods of displaying the habitat distribution map for the Japanese dormouse have differed and lacked consistency. Information on the dormouse's habitat distribution was displayed in Google My Map using shape rendering along with smaller divisions of standard grid squares (resulting in squares of about 10 km×10 km, denoted here as grid squares). This was done in an attempt to create a standardized distribution map. Referring only to instances where third parties had identified the habitats of the Japanese dormouse based on clear photos and copies, information on where the Japanese dormouse can be found (this type of information is frequently available on the Web) was denoted on the aforementioned distribution map. This allowed the creation and publication of a distribution map indicating the month and year in the Japanese dormouse was found, the address or name of the place, and the circumstances in which it was found.

**Keywords :** Japanese dormouse; habitat distribution map; Google maps

# 兵太郎池の環境改善に向けた水質及び生物相の把握

遠藤 好和、佐藤 美穂

筑波大学農林技術センター技術室（筑波実験林）

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

筑波大学構内の調整池である兵太郎池では、近年スイレンに覆われ、外来種のアメリカザリガニやウシガエルなどがはびこり、夏には悪臭が発生するなどの問題が指摘されている。このため環境改善を目的として、現在の状況を把握するために水質、生物相を調査したところ、著しい溶存酸素量の低下などが確認された。また、在来種の生息も確認された。

キーワード：浮葉植物、溶存酸素量、環境基準

## 1. はじめに

筑波大学構内（春日キャンパスを除く、以下同様）は、雨水排水等を目的とした5箇所の排水区があり、排水区の末端には、それぞれ調整池が設けられ時間差排水をおこなう役割を果たしている。一方、筑波大学構内には約80haの緑地があり、「筑波大学保存緑地地区」として自然保護緑地、周辺保護緑地、利用緑地の3種類を設定し、それぞれの管理方針が策定され管理されている（筑波大学施設部 施設環境計画室）。その中に筑波大学構内の北側に位置する「兵太郎緑地」と呼ばれる約6haの利用緑地中に、L字型で長さ550mの「兵太郎池」と呼ばれる調整池がある。兵太郎池は、元来の谷津田を広げて造成されたもので、暗渠で繋がった2つの池から構成されている。西側の池の周辺は、一部にアカマツ林を保存地域として残し、他にもコナラ、クヌギ等が植栽された緑地となっている。東側は植物見本園の北側部分を占めており、農林技術センター筑波実験林が日常的な管理をおこなっている。

## 2. 調査地及び調査方法

### 2.1 調査地概要

調査地である東側の兵太郎池は、周囲約550m、面積約0.32haである。池の大部分はスイレンに覆われ、部分的にアシが生えている。水深は最深部で110cmであるが、底にはスイレンの根茎がマット状に広がっている。そのため、水面から根茎上部での水深は25～50cmである。池の北～西側には帯状にカシ類などが植栽され、西側には幅2.3m高さ1.1m、長さ30mの暗渠があり、西側の池と繋がっている。南側と東側は植物見本園となっていて池に沿って歩道があり、南側には幅約3mの排水口があり西側も含めた兵太郎池全体の水を排水路へと流している。また、池の東側には池の水を循環させて植物見本園内

の「流れゾーン」としている循環施設があり、循環施設の吸水口と排水口が設置されている。

### 2.2 調査方法

2008年6月から2009年10月まで毎月下旬に水質測定と生物捕獲調査、植物の蒔き出し実験について、それぞれに調査地点を設け以下のとおり調査を実施した。ただし、厳冬期は変化が少ないと予想されたので2008年12月と2009年1月には調査はおこなわなかった。

#### 〈水質調査〉

水質については循環施設周辺や排水口、暗渠、中心部に①～⑦の調査地点を設け、各調査地点において、化学的酸素要求量(COD)、浮遊物質(SS)、溶存酸素量(DO)、電気伝導度(EC)、pH、水温、全窒素、全リンを測定した。

化学的酸素要求量、浮遊物質は各調査地点で上部(水面直下)と下部(水底付近)で採水し、化学的酸素要求量は株式会社佐藤商事製のCOD-2Zを使用し過マンガン酸カリウム法にて測定した。浮遊物質は、ガラス繊維濾紙法で測定した。浮遊物質は⑤の下部については採水時に堆積物の混入が著しいため除外した。

溶存酸素量、電気伝導度、pH、水温は各調査地点で調査機器を使用して測定をおこなった。溶存酸素量は飯島電子工業株式会社製のID-100で測定した。電気伝導度、pH、水温は株式会社堀場製作所製のpHメーターで測定をおこなった。

全窒素、全リンは③、⑤、⑥、⑦の4地点で採水をおこない、2009年3月までは全窒素は紫外線吸光度法、全リンはペルオキシ二硫酸カリウム分解法で測定した。2009年4月以降は、株式会社三菱化学アナリテックへ委託して全窒素は銅-カドミウムカラム還元法、全リンはペルオキシ二硫酸カリウム分解法で定量測定をおこなった。

また、湖沼の環境基準が定められている項目については、コイ、フナ等の水産物用である水産3級の基準値級で定められているものについては、環境基準値との比較をおこなった。

#### 〈生物捕獲調査〉

移動する生物捕獲のために幅3m、網目4mm×4mmの定置網を東西2箇所に設置し、餌入りのかご罟である「もんどり」を池の隅3ヶ所と排水口付近、循環施設内の計5ヶ所に設置した。それらの罟を調査1日目の15:00～16:00頃に仕掛け、2日目の9:00



頃に回収して捕獲された生物の数と重量を測定した。また、調査2日目には巾350mmのたも網による捕獲を2人で各30分間おこない、捕獲された生物の数を同様に測定した。また、たも網捕獲調査ではヤゴ類などその場での同定が困難なものは、アルコール固定して後日、同定作業をおこなった。

### 〈蒔き出し実験〉

池の東西端と、排水口付近、中心の4ヶ所を土壌採取地点として、2009年の6月～9月の間に、月1回ずつ採取地点から12Lの土壌を採取し、それぞれを育苗箱に入れて水を張った大型トレイの中に設置して発芽する植物を調査した。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 水質調査結果

水温には、各調査地点での違いはほとんど無かった(図1)。各月の平均水温では、2008年の7月が最も高く27.5℃、最も低いのは2009年1月の4.3℃であった。全体での平均水温は、18.1℃で最高水温28.2℃、最低水温は1.7℃であった。

pHは、環境基準値の範囲(6.5以上8.5以下)を越えることはほとんど無かった(図2)。調査地点間の比較では、流れゾーン側の①～③の調査地点で④～⑦の調査地点よりも常に高かった。全体での平均値は8.4、最高値は6.3、最低値は7.2であった。

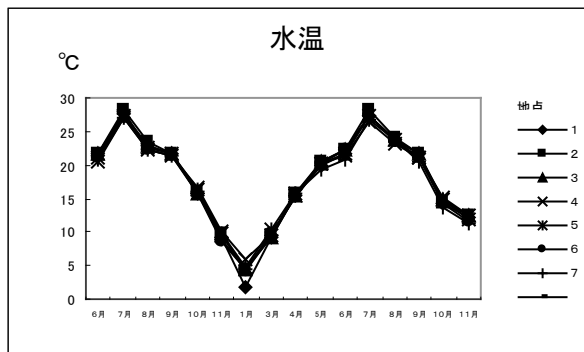


図1. 各調査地点の水温季節変化

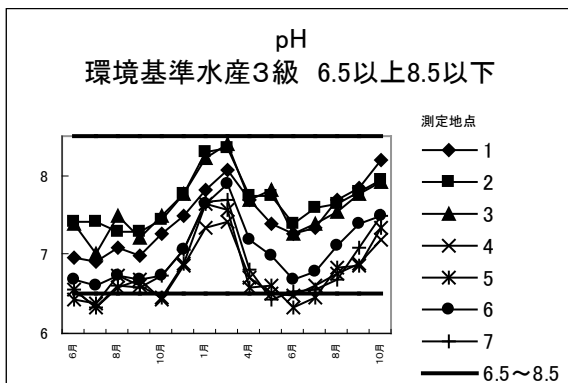


図2. 拡張地点のpH季節変化

季節変化では、スイレンの繁茂する春から夏にかけて低下し、秋から冬にかけて高くなる傾向が見られたことから、スイレンの生育と関連があることが疑われる。

電気伝導度は、各調査地点で大きな差は見られなかった(図3)。

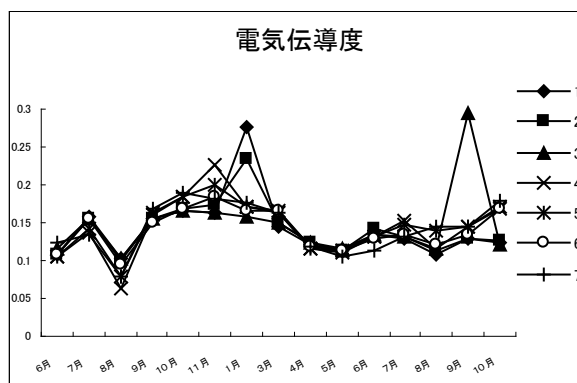


図3. 各調査地点の電気伝導度季節変化

DOは、①～③と④～⑦の間で大きな差が出ている(図4)。①～③はほぼ環境基準を満たしているが、④～⑦では環境基準を満たすことはほとんど無かった。季節変動も大きく④～⑦では夏季には低下が見られた。また全ての地点において秋～春にかけて高い値が得られた。

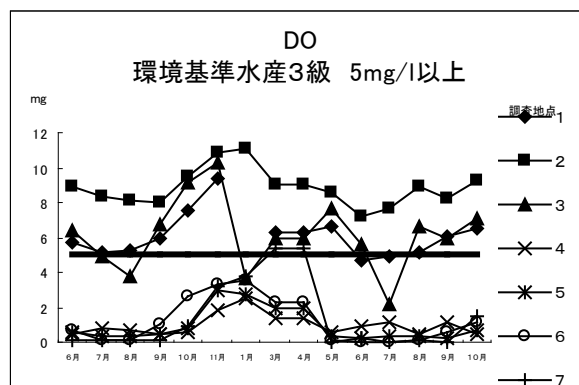


図4. 各調査地点の溶存酸素量季節変化

化学的酸素要求量は上部、下部共に季節変動が大きく、また調査地点間の差も見られた(図5, 6)。

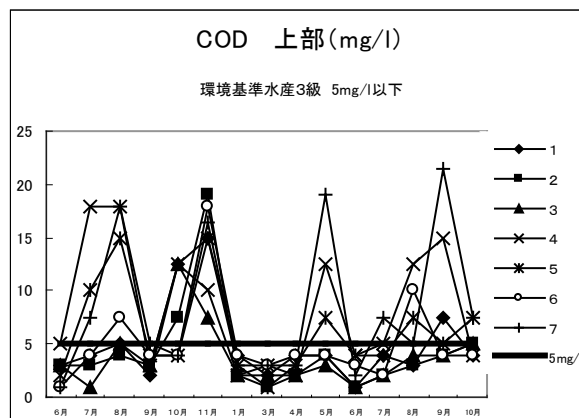


図5. 各調査地点の化学的酸素要求量季節変化

主に①～③と④～⑦の間で差があったが、特に④、⑤、⑦の地点では高い値を示した月もあり、その場合、環境基準値を大きく超えていた。しかし①～③では環境基準を超えることはほとんど無かった。

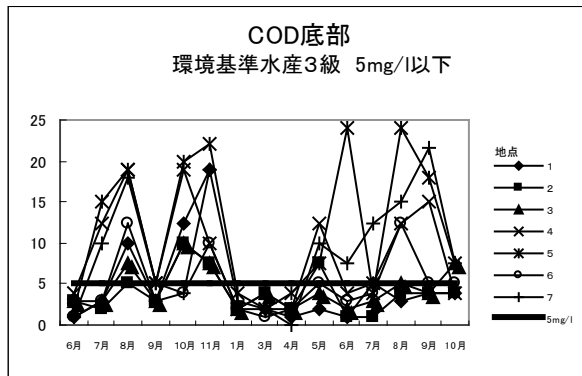


図 6. 各調査地点の化学的酸素要求量季節変化

全窒素、全磷は共に各調査地点で特に大きな差は見られなかった(図7,8)。季節変化では全窒素は秋に低下し、全磷は冬に高い値を示しているが、環境基準として平均値で見ると環境基準を越えることはなかった。このことから兵太郎池は、富栄養化が進んでいるとは考えられない。

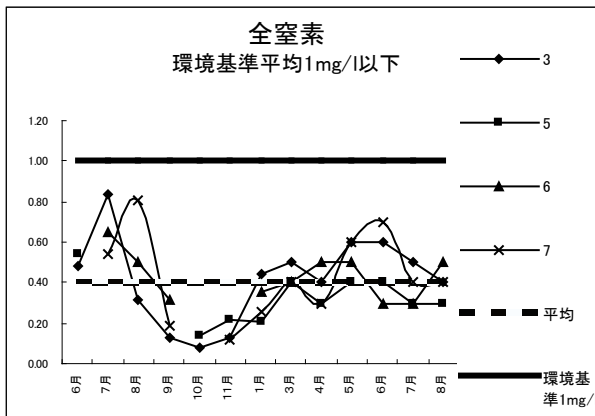


図 7. 各調査地点の全窒素季節変化

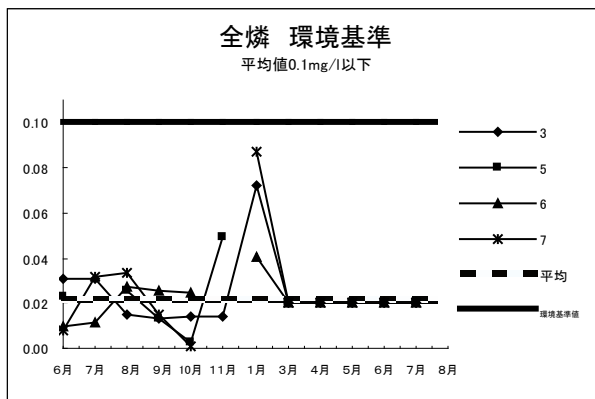


図 8. 拡張地点の全磷季節変化

浮遊物質量は①、③、④の3地点で高い値を示した月もあるが、水流や水深により採水時に影響があったためと思われる(図9,10)。

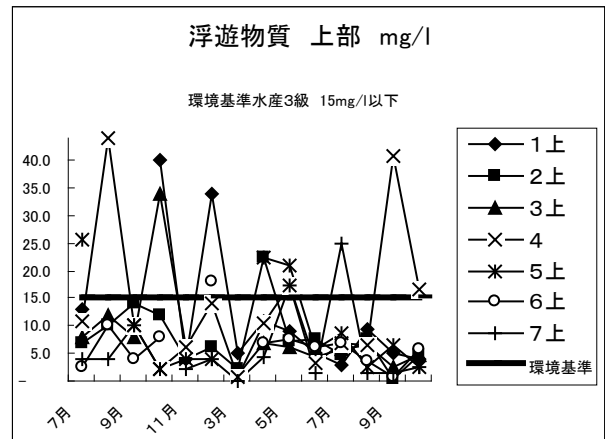


図 9. 各調査地点上部の浮遊物質量季節変化

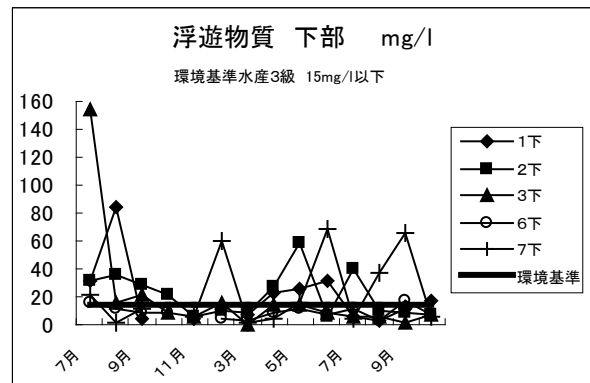


図 10. 各調査地点下部の浮遊物質量季節変化

水質調査では溶存酸素量と化学的酸素要求量において調査地点①～③と④～⑦の間で差が見られた。①～③と④～⑦の相違点として、水流の有無や強弱とスイレンの有無がある。①～③は常に一定の強さの水流があり、スイレンの無い調査地点である。①、②は循環施設内であり、③は循環ポンプへの流入口であるため①～③は、常に強い流れがある。④～⑦は、水流が無い、もしくは弱い水流がありスイレンが生えている場所に調査地点がある。④は池の北側、⑤は中心部であり水流はほとんど無い。⑥は兵太郎池全体の排水口付近であり、⑦は暗渠の入り口で西側の池からの流入口であり、共に池の水量による影響が大きく、通常は弱い流れがあり、増水時のみ水流が発生し、濁水時には水流が止まることもある。また、①、②の流れゾーンと③のある池の東側にはスイレンが無く、④～⑦の調査地点はほとんどがスイレンで覆われている。

湖沼のような閉鎖性水域では、河川と違い水の滞留時間が長く栄養塩類等の負荷量が多いことが水質悪化に繋がるとされている。湖沼では、風による吹送流や日射や放射冷却による熱対流によって水が循環する。水生植物や植物プランクトンの水質浄化

能力が効率的に機能するためには底層の栄養塩類等の物質が上層に運ばれることが必要とされる。しかし、浮葉植物が水面を覆い日射を遮ると熱による対流を阻害するという報告もある（濱上ら 2008）。また、水中への酸素の供給としては、植物プランクトンや水生植物の光合成によるものと、空気中から水中へ溶解込むものがあり、空気中の酸素は流れや風などによる波に攪拌されて水に溶けやすくなる。しかし、浮葉植物が増殖し水面を覆うと、空気との接触面が減り、風も遮ってしまう。また日射が遮られることで植物プランクトンや他の水生植物の生育を阻害してしまうため低酸素状態になりやすいとされている。

溶存酸素量では、①～③はスイレンが無く常に水流も発生しているため良好な状態を保っているが、④～⑦ではスイレンが繁茂する夏には貧酸素状態となり、スイレンが枯れると、空気との接触が可能になり、水温が下がり飽和用存酸素濃度が高くなり、秋、冬には溶存酸素量が増加していると考えられる。

化学的酸素要求量では、大きな季節変化が見られる窒素やリンは植物の生育期には吸収されるが、枯死や落葉により水中へ再び溶解込むため、スイレンや周辺樹木の生育状況が関連していると考えられる。また、水流も影響することが、各調査地点での差になっていると考えられる。これらのことから、水流や増殖したスイレン、周辺環境など様々な要因が関連して水質へ影響していると考えられる。環境改善のためにはこれらを考慮した管理方法を考える必要がある。

### 3.2 生物捕獲調査

生物捕獲調査では、昆虫類 29 種、魚類 4 種、甲殻類 4 種、両生類と爬虫類各 1 種、貝類 2 種が捕獲されている。このうち魚類 2 種、甲殻類 1 種、両生類 1 種、貝類 1 種は外来種であった（表 1, 2）。種数では昆虫類が最も多く、特にトンボ類のヤゴや成虫が多く捕獲されている。また、ドジョウやスジエビ、マシジミといった在来種が確認できたことは収穫であった。一方で、もっとも捕獲数量が多かったアメリカザリガニは、季節を問わず捕獲され、1 月に抱卵個体が捕獲されたこともあり、季節に関係なく繁殖している可能性も疑われた。アメリカザリガニは、要注意外来生物に指定されている。環境省の要注外来生物リストではアメリカザリガニによる水生植物への食害なども報告されている。他にも魚類のオオクチバス、ブルーギル、両生類のウシガエルは特定外来生物に指定されており厳しく規制されている。

このように、在来種の生息が確認される一方で、外来種が多く生息していることも確認された。今後は外来種への対策も考慮した維持管理方法の策定が必要であると思われる。

表 1. 捕獲生物 昆虫類

昆虫類			
No.	科	種名	捕獲 個体 数
1	トンボ科	アキアカネ	66※ <sup>1</sup>
2		オオシオカラトンボ	
3		コシアキトンボ	
4		シオカラトンボ	
5		ショウジョウトンボ	
6		チョウトンボ	
7		ナツアカネ	
8		ネキトンボ	
9		ノシメトンボ	
10		ヒメアメンボ	
11		マイコアカネ	
12	ヤンマ科	ギンヤンマ	
13		クロスジギンヤンマ	
14	イトトンボ科	アオハダ	27※ <sup>2</sup>
15		アオモンイトトンボ	
16		アジアイトトンボ	
17		オオイトトンボ	
18		キイトトンボ	
19	ガガンボ科	セダカガガンボ	1
20		キリウジガガンボ	1
21	ガムシ科	キベリヒラタガムシ	2
22	ゲンゴロウ科	ヒメゲンゴロウ	1
23		コシマゲンゴロウ	1
24	ミズスマシ科	ミズスマシ	1
25	タイコウチ科	ミズカマキリ	6
26	マツモムシ科	マツモムシ	2
27	ミズムシ科	ミズムシ	4

※<sup>1</sup> トンボ科、ヤンマ科の捕獲総数

※<sup>2</sup> イトトンボ科の捕獲総数

表 2. 捕獲生物昆虫類以外

魚類				
No.	科	種名	捕獲総数	捕獲総重量 (g)
1	サンフィッシュ科	オオクチバス	8	14
2		ブルーギル	5	585
3	コイ科	ギンブナ	8	3327
4	ドジョウ科	ドジョウ	2	88
甲殻類				
No.	科	種名	捕獲総数	捕獲総重量 (g)
1	アメリカザリガニ科	アメリカザリガニ	1079	26267
2	テナガエビ科	スジエビ	15	—
3	ミズムシ科	ミズムシ	18	—
4	ヨコエビ科	ヨコエビ	5	—
両生類				
No.	科	種名	捕獲総数	捕獲総重量 (g)
1	アカガエル科	ウンガエル	431	7378
爬虫類				
No.	科	種名	捕獲総数	捕獲総重量 (g)
1	イシガメ科	クサガメ	1	811
貝類				
No.	科	種名	捕獲総数	捕獲総重量 (g)
1	サカマキガイ科	サカマキガイ	43	—
2	シジミ科	マシジミ	13	10

### 3.3 蒔き出し実験

蒔き出し実験では、スイレンとガマが発芽したのみであった。ガマは植物見本園内で展示用として植栽されており、埋土種子の発芽なのか確認できなかった。「筑波大学の施設・環境計画」によると、当時の大学構内にあった湿地や池ではサギソウやタヌキ

モ、ジュンサイが生息していたことが記載されている。

今回の調査では、兵太郎池の前身である谷津田の位置や、当時の造成の方法などが確認できなかったこともあり、このような結果になったと考えられる。将来的には在来種や希少種などの水生植物の展示や環境に配慮した栽培方法などの策定も目標としていきたい。

### 謝辞

本研究にあたり、指導していただいた生命環境研究科生物圏資源化学専攻の藤岡正博准教授、調査方法等に関する助言をいただいた生命環境研究科生物圏資源化学専攻の上条隆志准教授、清野達之講師、門脇正史助教、加藤盛夫助教、全窒素・全燐の分析を指導していただいた生命環境研究科生命産業科学専攻の内海真生准教授、大慶一路氏には感謝いたします。

そして、2年間の調査において補助していただいた諸澤崇裕氏をはじめとした21人の学生に感謝します。

### 参考文献

- [1] 中井正則, 丸山治郎, 有田正光, 浮葉植物 (ガガバタ) が繁茂するため池の現地調査, 水工学論文集 第48巻, (2004) 1339-1344.
- [2] 濱上邦彦, 井上寿人, 森 健, 平井康丸, 水生植物の繁茂する閉鎖性水域の水面境界に関する考察, 九州大学農学芸誌第63巻第2号, (2008).
- [3] 農林水産省, 環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き, 第2編. 農林水産省. 環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き, 第3編.
- [4] 嶋村鉄也, 徳池直子, 尾板兼一, 伊藤雅之, 大手信人, 竹門康弘, 深泥地における水質管理に向けた水質の空間分布の把握, 保全生態学研究 Vol. 14, No.2, (2009) 153-163.
- [5] 環境省, 要注意外来生物リスト (2008). 筑波大学施設部, 施設環境計画室 筑波大学の施設・環境計画 (1985).



# A study of water quality and biota to improve the environment of Hyotaro Pond at the University of Tsukuba

Yoshikazu Endo, Miho Sato

Agricultural and Forestry Research Center, Tsukuba experimental forest,  
University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

Located at the University of Tsukuba, Hyotaro Pond has a circumference of 500 m and occupies an area of 0.32 ha. Hyotaro Pond has been covered in water lilies in recent years and poses several problems, like the fact that the pond is rife with alien species such as the Louisiana crawfish and bullfrog and the fact that the pond has a foul odor in the summer. The pond's water quality and biota were studied to ascertain the pond's current state with the goal of improving the pond's environment. A study of the pond's water quality measured aspects like the water's hydrogen ion concentration (pH), chemical oxygen demand (COD), suspended solids (SS), dissolved oxygen (DO), electrical conductivity (EC), and water temperature. A study to collect wildlife from the area examined organisms collected with a fixed net or crab trap. Study results revealed substantial differences in DO and COD levels depending on the site studied and when it was studied.

**Keywords:** floating-leaved plant; dissolved oxygen (DO); environmental standards

# 甘藷ハーベスタ取付け型マルチ剥離機の試作および作業性

## — 第2報 —

松本 安広<sup>a)</sup>、本間 毅<sup>a)</sup>、齋藤 明<sup>a)</sup>、瀧川 具弘<sup>b)</sup>

<sup>a)</sup>筑波大学農林技術センター技術室

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

<sup>b)</sup> 筑波大学生命環境科学研究科

〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

### 概要

ポリエチレン製マルチ用フィルム（マルチ）を使用したマルチング甘藷栽培では、収穫時に敷設したマルチの剥離を行い、その後収穫が行われる。私たちが行ってきた、マルチ剥離用機械部分を甘藷ハーベスタに取付けて使用することにより、マルチ剥離同時収穫が可能となった。このことによりマルチ剥離だけの作業の一工程の省力化が可能となった。

**キーワード：**手作業、機械剥離、剥離同時収穫、省力化

### 1. はじめに

マルチング甘藷栽培の収穫時の作業工程は、茎葉処理・株元処理・リフター処理・マルチ剥離・収穫の順で実行されている。これら作業工程の中で、株元処理とマルチ剥離作業は機械化が遅れ、いまだに手作業により実施されている。マルチ剥離作業は、残暑の残る中での粉塵を浴びての作業で、機械化が望まれている。農林技術センターでは、茨城県農業総合センターと共同でマルチ剥離の機械化に向けて、いろいろな方法や機械を試作してきた。その結果、トラクタ直装型によるマルチ剥離の有効性が明らかとなった。

本研究では、トラクタ直装型によるマルチ剥離用機械部分を、近年普及している乗用型甘藷ハーベスタ（HP61S 型）に取付けて使用する事で、マルチ剥離と同時に収穫が可能となり、マルチ剥離だけの作業の省力化が可能となると考えた。センター農機整備棟にて、甘藷ハーベスタに取付ける位置の検討や、設置用の専用マウントを工作し、剥離用機械部分の取付けを行った。センター内甘藷栽培圃場にて、剥離同時収穫作業を実施し、実作業にかかる時間等の計測を行った結果について報告する。

## 2. 甘藷ハーベスタと剥離機の概要

### 2.1 甘藷ハーベスタ

乗用型甘藷収穫機で、標準乗車 2 名（オプション装着で 3~4 名）エンジン出力 5.9 kw/1800 rpm、対応畝は、畝幅 400~500 mm、畝高さ 150~300 mm、畝間 660 mm 以上に対応し、標準作業速度 0.3~0.6 km/h、作業能率は、2.8~5.6 h/10 a（畝間 800 mm）である。

### 2.2 剥離機

トラクタ直装型にて使用したもので、主な構成として、設置用マウント部と、両端に 210 mm のディスクを設けた幅 600 mm 最大径 410 mm のラグビーボール状の夾雑物落とし部と、飼料裁断用の供給部を利用した剥離機部と、回転数 50 rpm 定格トルク 19.6 N・m 定格電圧 12 V 定格電流 18 A の DC ギヤードモータとタコジェネレータの動力部と、DC モータドライバによりモータの回転数を 1~50 rpm の幅で制御を行う 5 か所で構成されている（図 1）。



図 1. マルチ剥離機と甘藷ハーベスタ

### 3. 試験の方法と調査項目

試験は 2007 年 11 月にマルチ剥離同時収穫作業を実施し（図 2）、2008 年 11 月に、慣行で行っているリフター処理、手作業によるマルチ剥離を行いその後機械収穫を実施した。



図 2. マルチ剥離同時収穫

試験圃場は、農林技術センター内の長辺長 75 m に栽培されている甘藷（品種ベニアズマ）で実施した。両年共に作業員 2 名、2 畝について各種作業時間の

計測・作業停止内容および時間、任意6か所の畝形状・畝間・マルチの敷設状況・敷設部の土壤水分と畝当たり収量の計測を実施した。

## 4. 結果

### 4.1 マルチ剥離同時収穫

2名にての収穫に要した時間は、19分32秒で作業速度は0.23 km/hであり、この作業時間の中で4回の作業停止が発生し、2回はマルチの破れや偏りによるもので2分42秒、他の2回は収穫作業には不可欠な収穫カゴの移動で2分14秒あり、合計4分56秒であった。マルチを剥離機部への投入作業に1分9秒であった。掘取り終了後、次の畝への移動は54秒要した。10m間の連続作業速度は0.46 kmであった。10a当たりの作業時間によると3.58時間で全作業が終了することとなった(表1)。マルチ敷設部の土壤水分は17.2~21.1%であった。畝形状は、畝幅400~450 mm、畝高さ135~165 mm、畝間1000~1400 mmであった。マルチ深さは23~53 mm幅35~85 mmであり(図3)、畝当たり収量は264 kgであった。

表1. マルチ剥離同時収穫の時間と作業割合

作業時間 (h/10 a)						
全作業	収穫	停止		旋廻	準備	マルチセット
		マルチ破・偏	カゴ移動			
3.58	2.3	0.5	0.4	0.2	0.2	
作業割合 (%)						
100	65	14	11.1	4.6	5.6	

圃場長辺長75 m、短辺13 m、(畝間1.2 m・11畝)とし2人組で作業した。

2畝について作業時間の計測を行った。

### 4.2 手作業によるマルチ剥離と機械収穫

剥離作業は2名で行い、内1名は乗用トラクタ(出力16.9 kW)にリフターを取付け、手作業でのマルチ剥離が容易に行われるよう処置し、他の1名は同時に剥離作業を開始し、要した時間は6分15秒であった。この時間の中で、マルチの破れや偏りが発生し手直しの為の停止が、1.5回発生し24秒の時間を必要とした。隣の畝への移動時間は47秒であった。収穫時間は28分23秒の時間を要し、そのなかで、収穫カゴの移動による停止は5回行い1分56秒であり、他の停止は、コンベアベルト上の甘藷処理の為2.5回停止し38秒であった。隣の畝への移動は1分6秒要した。10m間の連続作業の計測は停止回数が多く計測出来なかった。畝当たりマルチ剥離と収穫に必要な時間は合計で34分38秒であった。

10a当たりの作業時間によると、6.35時間で全作業が終了することとなった(表2)。敷設部の土壤水分は16.6~19%であり畝形状は、畝幅375~430 mm、畝高さ80~170 mm、畝間1015~1280 mm、埋設深さ55~128 mm、幅10~55 mmのような状況(図3)

であり畝当たり収量は241 kgであった。

表2. 甘藷収穫時のマルチ剥離・収穫作業時間

作業時間 (h/10 a)							
全作業	マルチ剥離			収穫			
	剥離	停止	旋廻	カゴ移動	収穫	停止	旋廻
6.35	0.9	0.1	0.1	4.5	0.35	0.1	0.2
作業割合 (%)							
100	18			82			

圃場長辺長75 m、短辺13 m、(畝間1.2 m・11畝)とし2人組で作業した。

2畝について作業時間の計測を行った。

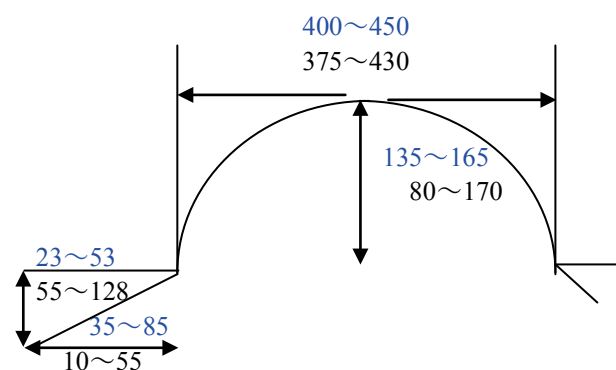


図3. 甘藷畝形状とマルチ敷設状況 (mm)  
上段2007年(青) 下段2008年

## 5. 考察

マルチ剥離同時収穫の作業中に発生するマルチの破れによる停止は、手作業で剥離を行っても発生している為、マルチ剥離機が停止の原因とは言えない。収穫作業の停止はマルチの無い状態でも発生していることから甘藷の形状による場合が多いと推測する。今回の試験結果から、甘藷収穫時の手作業によるマルチ剥離作業は機械収穫時の18%を占めることが明らかなることから、マルチ剥離同時収穫を行うことで省力化が期待できる。マルチ剥離同時収穫時の、4回の停止を含めた作業速度は0.23 km/hで標準作業速度より遅い速度ではあるが、マルチ剥離も同時に行っていることや、現状の甘藷栽培形態では畝幅が広く、作業能率では諸元値内に収まることから、マルチ剥離同時収穫を行うことによる収穫作業の遅れは発生していないことが確認できた。

これらのことから、マルチ剥離同時収穫を行うことにより、マルチ剥離だけの作業工程は作業体系からの省略が可能であり、甘藷ハーベスタにマルチ剥離機を取付けて収穫を行うことは、大いに有効であることが明らかであった。

現状では、剥離機・DCギヤードモータ・取付け用マウント・夾雑物落とし含めて82 kgと重いことから、剥離機の軽量化を行うことや、走行用HST油圧動力の利用による車速連動型剥離機への改良や、マ

ルチ剥離と同時に巻き取りが可能な剥離用機械への改良を行うことが今後の課題である。

ンショ栽培におけるマルチ用フィルムの除去作業に関する研究,農作業研究第36巻,第3号,131-139.

[2] 松本安広,本間毅,齋藤明,甘藷ハーベスタ取付け型マルチ剥離機の試作および作業性,大学農場研究,第32号,11-13.

## 参考文献

[1] 弓野功,瀧川具弘,松本安広,余田章,本間毅,齋藤 明,カ

## Prototyping and operability of a mulching film remover with attachable sweet potato harvester: A second report

Yasuhiro Matsumoto<sup>a)</sup>, Tsuyoshi Honma<sup>a)</sup>, Akira Saito<sup>a)</sup>, Tomohiro Takigawa<sup>b)</sup>

<sup>a)</sup>Technical Service Office for Agricultural and Forestry Research Center  
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

<sup>b)</sup>Graduate School of Life and Environmental Sciences  
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572 Japan

Various methods of mechanically removing agricultural mulching film and machinery to do so have been examined. Results revealed that a tractor-mounted remover effectively removes mulching film. The prototype of a mechanical component for mulching film removal that resulted from the current work attaches to a riding sweet potato harvester (model HP61S) as is in widespread use. This will allow simultaneous removal of mulching film and harvesting of potatoes and should reduce the amount of work to remove mulching film. Thus, the remover's attachment site on the harvester was studied and a dedicated mount for its attachment was fabricated. The mechanical component for mulching film removal was attached to the harvester, and mulching film was removed and potatoes were harvested in a sweet potato field at the Agricultural and Forestry Research Center. The time taken to simultaneously remove mulching film and harvest potatoes was measured. Results indicated that this work took 3.6 h per 10 a with work proceeding at a rate of 0.23 km/h. Mulching film was removed at the same time potatoes were harvested. This indicates that work to remove mulching film alone can be reduced.

**Keywords:** manual work; mechanical removal; simultaneous removal and harvesting; reduced work



筑波大学技術報告 No. 30  
第9回筑波大学技術職員技術発表会報告集

平成22年3月発行

編集 筑波大学技術職員技術発表会実行委員会編集部会  
第9回筑波大学技術職員技術発表会実行委員会

発行 筑波大学研究推進部研究企画課  
〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1  
電話 029-853-2924

筑波大学医学系支援室  
〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1  
電話 029-853-3014

第9回筑波大学技術職員技術発表会実行委員会  
実行委員長

赤平 昌文 筑波大学副学長 (研究)

実行委員

[医学系技術室]

大野 良樹 (実行委員代表)  
佐藤 晶子 (実行委員副代表)  
菅江 則子  
長谷川 賀一  
伊藤 清子  
中村 貴子  
渡邊 祐子  
森本 喜代子

[医学系支援室]

中山 幸男  
秋葉 重実

[数理物質科学等技術室]

鶴見 明  
平田 久子  
伊藤 伸一

[システム情報工学等技術室]

中島 孝  
北原 匡  
菊地 永

[生命環境科学等技術室]

有本 光江  
清水 雅浩

[農林技術センター技術室]

片桐 孝志  
比企 弘

[研究基盤総合センター技術室]

大和 良広

[総務部環境安全管理課]

長井 文夫

[体育芸術系支援室]

林 剛人丸